

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS
RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**EFFECTO DEL NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN EL CRECIMIENTO
DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita* Mart), EN FASE DE VIVERO EN
LA UNAS - TINGO MARÍA**

Tesis

Para optar el título de :

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES

WELLINGTON ORTIZ CORDOVA

PROMOCIÓN 2005 - II

Tingo María - Perú

2009

F04

O73

Ortiz Córdova, Wellington

Efecto del Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el Crecimiento de Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart), en Fase de Vivero en la UNAS-Tingo María. Tingo María, 2009.

59 h.; 12 cuadros; 7 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 MART / FERTILIZANTES / CRECIMIENTO /
VIVERO / TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO /
HUÁNUCO / PERÚ.



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 23 de diciembre de 2008, a horas 10:00 a.m. en la Sala de Conferencias de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

“EFECTO DEL NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO EN EL CRECIMIENTO DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita* Mart.) EN FASE DE VIVERO EN LA UNAS – TINGO MARIA”

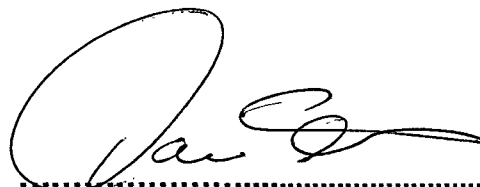
Presentado por el Bachiller: **WELLINGTON ORTIZ CORDOVA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"BUENO"**.

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, 04 de febrero de 2009



.....
Ing. M.Sc. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
Presidente



.....
Ing. M.Sc. TANIA GUERRERO VEJARANO
Vocal



AUSENTE

.....
Ing. M.Sc. FERNANDO GUTIERREZ HUAMAN
Vocal



.....
Blgo. ARMANDO ENEQUE PUICON
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS, por guiarme e iluminarme
cada instante de mi vida en la
culminación de mi carrera
profesional.

A mis padres, Hernán y Lida, con el
amor y cariño de siempre, mi eterno
agradecimiento por su apoyo moral y
abnegado sacrificio que hicieron
posible mi formación profesional.

A mis hermanos: Franklin, Jhony y
Hernán, con cariño y gratitud, pensar
en ellos represento estímulo
indeclinable de superación.

A mis sobrinos: Nuria, Bryan, Melany,
Jhon y Frank, con el cariño de
siempre.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme forjado como profesional.

A mis profesores de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por sus consejos y enseñanzas impartidas.

Al Blgo. Armando Eneque Puicón, patrocinador del presente trabajo de investigación.

A los Ing. Milagros Irene Tello Cuya, Kelly Lanares Ruiz, por su valioso apoyo en el trabajo de investigación.

Al Bach. Percy Cardenas Tavera, Frank Rivero Fonseca, Angel Ovidio Agüero Huerta, por su valiosa colaboración en la ubicación, instalación de la especie en estudio.

Al Sr. Oscar Del Águila Picon, por su apoyo en el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

A todas aquellas personas que de una a otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Descripción taxonómica de “bolaina blanca” (<i>Guazuma crinita</i> Mart).....	3
2.1.1. Descripción de la especie.....	3
2.1.2. Distribución ecológica.....	4
2.1.3. Fenología de la especie.....	5
2.1.3.1. Floración y fructificación.....	5
2.1.3.2. Descripción de la flor.....	6
2.1.3.3. Descripción de la semilla.....	6
2.1.3.4. Descripción del fruto	7
2.1.3.5. Crecimiento.....	7
2.2. Rol de los nutrientes.....	7
2.2.1. Los macronutrientes.....	8
2.2.1.1. Nitrógeno.....	8
2.2.1.2. Fósforo.....	8
2.2.1.3. Potasio.....	10
2.3. Análisis de tejidos.....	11
2.4. Los fertilizantes.....	12
2.4.1. La fertilización en el vivero.....	13
2.4.2. Eficiencia de los fertilizantes.....	13

2.5. Trabajos de fertilización en especies forestales.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Lugar de ejecución.....	17
3.2. Características climatológicas.....	17
3.3. Materiales y equipos.....	18
3.3.1. Especie estudiada.....	18
3.3.2. Fertilizantes.....	18
3.3.3. Equipos y materiales de campo.....	18
3.4. Tratamientos.....	19
3.5. Disposición experimental.....	19
3.6. Esquema del análisis estadístico.....	19
3.7. Modelo aditivo lineal.....	20
3.8. Metodología.....	20
3.8.1. Obtención de plantones.....	20
3.8.2. Preparación del sustrato.....	21
3.8.3. Análisis del sustrato.....	21
3.8.4. Dosis de los fertilizantes.....	21
3.8.5. Aplicación de los fertilizantes.....	22
3.8.6. Labores culturales.....	22
3.9. Parámetros a evaluar.....	23
3.9.1. Evaluación de altura y diámetro.....	23
3.9.2. Área foliar.....	23
3.9.3. Longitud, diámetro y volumen de la raíz.....	24
3.9.4. Peso seco de la planta.....	24

3.9.5. Análisis de tejido.....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1. Altura de la planta de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) “bolaina blanca”...	25
4.2. Diámetro de la planta de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) “bolaina blanca”	27
4.3. Área foliar de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) “bolaina blanca”.....	28
4.4. Longitud y diámetro de la raíz de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) “bolaina blanca”.....	30
4.5. Volumen de la raíz de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) “bolaina blanca”...	34
4.6. Peso seco de la planta de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) “bolaina blanca”.....	35
4.7. Análisis nutricional de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) “bolaina blanca”...	37
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. RECOMENDACIONES.....	42
VII. ABSTRACT.....	43
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
IX. ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Parámetros climatológicos durante el experimento.....	18
2.	Esquema de los tratamientos y sus cantidades.....	19
3.	Esquema del análisis de variancia.....	20
4.	Análisis del suelo utilizado en el experimento.....	21
5.	Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, de la altura de la planta de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca".....	25
6.	Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, del diámetro del tallo de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca".....	27
7.	Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, del área foliar de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca".....	29
8.	Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, de la Longitud de la raíz de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca".....	31
9.	Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, del diámetro de la raíz de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca".....	31
10.	Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, del volumen de la raíz de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca".....	34
11.	Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, del peso seco de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca".....	36
12.	Concentraciones de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca".....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Curvas de crecimiento en altura de planta de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca" en cuatro meses de evaluación en fase de vivero.....	26
2	Curvas de crecimiento en diámetro del tallo de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca" en cuatro meses de evaluación en fase de vivero.....	28
3	Curvas de área foliar en (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca" en tres meses de evaluación en fase vivero.....	30
4	Curvas de crecimiento en longitud de raíz de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca" en tres meses de evaluación en fase vivero.....	33
5	Curvas de crecimiento en diámetro a nivel del cuello de la raíz de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca" en tres meses de evaluación en fase vivero.....	33
6	Curvas de crecimiento en volumen de la raíz de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) "bolaina blanca" en tres meses de evaluación en fase vivero.....	35
7	Curvas de acumulación del peso seco de (<i>Guazuma crinita</i> Mart) en tres meses de evaluación en fase vivero.....	36

RESUMEN

El presente trabajo de estudio fue realizado en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, utilizando tres tipos de fertilizantes (urea, superfosfato triple, cloruro de potasio), aplicado a la especie forestal (*Guazuma crinita* Mart) "bolaina blanca" en fase de vivero. Este trabajo de investigación se hizo con el fin de evaluar el efecto de las dosis de los fertilizantes, T1 (30 – 90 – 30), T2 (60 – 120 – 60), T3 (90 – 150 – 90), T4 (120 – 180 – 120), sobre el crecimiento de la especie en estudio, a través de las variables altura, diámetro, área foliar, longitud, diámetro y volumen de la raíz, peso seco y análisis nutricional de la planta. Los tratamientos empleados fueron cinco en un diseño de bloques completamente randomizado con 8 repeticiones por tratamiento y 40 plantas por bloque.

De los resultados obtenidos se concluye que, existe efecto de las dosis aplicadas de fertilizantes sobre el crecimiento de (*Guazuma crinita* Mart) "bolaina" en fase de vivero. Asimismo las variables de altura y diámetro (27,18 cm y 5,19 mm), área foliar (166,39 cm²), diámetro y volumen de la raíz (7,99 mm y 7,96 cm³), obtuvieron los mejores promedios, encontrándose que la dosis del T4, 120 - 180 – 120 de N, P₂O₅, y K₂O, obtiene los más satisfactorios resultados con respecto a los demás tratamientos.

I. INTRODUCCIÓN

Para un buen crecimiento y desarrollo de la planta, es de suma importancia que tengan los nutrientes necesarios, la cual deben ser proporcionada en las cantidades necesarias y en el tiempo oportuno, para su máximo provecho. Así, una planta bien nutrida a partir de su instalación en vivero, responderá mejor al estrés fisiológico y al ataque de insectos y patógenos, una vez instalado en campo definitivo.

Desde hace algunos años, se viene haciendo esfuerzos por incrementar la tasa de forestación y reforestación del país; por lo que, la responsabilidad del éxito de la plantación forestal, radica en primera instancia, que la obtención de los plántones producidos en el vivero, las mismas que deberán ser de muy buena calidad y sanidad; ya que esta etapa, es donde, a partir de la semilla se va obtener una nueva plántula; siendo esta fase clave para su desarrollo; ya que aquí se define la calidad y potencial de la futura planta, cuando se establezca, crezca y desarrolle en el campo definitivo.

Por lo que, ante la interrogante ¿Cuál es la dosis más adecuada de nitrógeno, fósforo y potasio para el crecimiento de la “bolaina blanca” (*Guazuma crinita* Mart) “en fase de vivero, bajo condiciones de Selva Alta? Se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de las dosis de fertilizantes nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5), y potasio (K_2O), sobre el crecimiento de "bolaina blanca" (*Guazuma crinita* Mart) en fase de vivero.
- Determinar el análisis nutricional de la especie "bolaina blanca" (*Guazuma crinita* Mart.)

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción taxonómica de “bolaina blanca” (*Guazuma crinita* Mart)

Clase	: DICOTYLEDONEAE
Subclase	: ARCHYCLANDIDEAE
Orden	: MALVALES
Familia	: STERCULIACEAE
Genero	: Guazuma
Especie	: <i>Guazuma crinita</i> Mart.
Nombre común	: “bolaina blanca”

Fuente: Croquis, citado por MOSTACERO (2002).

2.1.1. Descripción de la especie

Árbol de gran tamaño, alcanza 35 m de altura y 50 cm. de diámetro; tronco circular, sin aletones o éstos extendidos y ramificados. Copa plana o aparasolada, sobre el tercio superior. La corteza superficial del tronco es grisácea, negruzca, agrietada a fisurada. Corteza viva con muchas laminillas; es posible obtener de ella tiras largas; en árboles de cierto grosor se observan dos capas; una externa fibroso - compacta y otra interna fibrosa - laminar, ambas de color crema, oxidando a marrón oscuro después de unos segundos

de ser expuestas al aire: exudan un mucílago incoloro, escaso y dulceíno (FAO, 1976).

Hojas alternas, simples; láminas de 3 a 13 cm de largo por 1,5 a 6,5 cm de ancho, ovadas o lanceoladas, con el margen aserrado; verde oscuras y rasposas en el haz y verde grisáceas amarillentas y sedosas en el envés (ACUÑA, 1987).

2.1.2. Distribución ecológica.

Es una especie heliófita, pionera de rápido crecimiento se encuentra en purmas y bosques secundarios, siendo un indicador de esto. Se desarrolla con el Cetico (*Cecropia sp*), Topa (*Ochroma pyramidale*), Sangre de grado (*Croton sp*) y otras especies de bosques secundarios, también forman rodales puros o máchales en las orillas de los ríos.

a. Zonas de vida

Se ubica dentro de las zonas ecológicas Bosque Húmedo Pre Montano Tropical, Bosque Tropical Seco y Bosque Sub Tropical muy Húmedo.

b. Fisiográfica

Es propio de zonas planas, a planas onduladas con pendientes suaves.

c. Clima

En su rango ecológico soporta precipitaciones de 1800 a 2500 mm y temperatura aproximadamente de 25 °C

d. Suelos

Según el mapa de suelos, esta especie se encuentra distribuida preferentemente en suelos arcillosos y mal drenados generales de suelos Gleysols y cambisols con características de buen drenaje y aparentes para la agricultura (BALDOCEDA y PINEDO, 1991).

2.1.3. Fenología de la especie

2.1.3.1. Floración y fructificación.

La floración de la bolaina dura aproximadamente 2 meses, la maduración de los frutos dura de 2 a 3 meses y la diseminación de semillas alcanza su máxima intensidad en los meses de septiembre y octubre (final de la época seca) (FLORES, 2002).

El tiempo de las épocas de cosecha de las semillas se dan en los meses de octubre, noviembre y diciembre son las épocas de diseminación, la cosecha se da en el mes de octubre y la siembra se realiza en los meses de junio y julio del año siguiente (BALDOCEDA y PINEDO, 1991).

2.1.3.2. Descripción de la flor

Sus flores son pequeñas color rosado en panícula, cáliz vistoso, corola ausente, ovario supero, pétalos libres (BALDOCEDA y PINEDO, 1991).

2.1.3.3. Descripción de la semilla

a. Según sus características

Las semillas son diminutas, de forma cónica, superficie provista de pequeñas protuberancias, de 2 mm de longitud por 1 mm de espesor, de color marrón oscuro, encontrándose de 16 a 20 por fruto, distribuido en 4 valvas o compartimientos. El número de semillas por kilogramo es aproximadamente de 860,000 unidades (BALDOCEDA y PINEDO, 1991).

Semillas pequeñas cuyas dimensiones son 1 mm de alto y 1 mm de diámetro, el numero se semillas varia entre 10 a 20 semillas por fruto. El numero de semillas por Kg. Aproximadamente de 860,000 por Kg con una con un rango de 700,000 y 900,000 semillas (FLORES, 2002).

b. Según la duración de su viabilidad

Las semillas de esta especie se pueden considerar como moderadamente ortodoxas (FLORES, 2002).

c. Germinación de las semillas

La germinación se inicia entre 7 y 15 días, después del almacigado. Con semillas recién cosechadas el poder germinativo se obtiene entre 30 y 60

% de germinación. La temperatura de almacenamiento es a 25 °C, considerándose aceptable hasta los 8 meses después de este tiempo el porcentaje de germinación disminuye considerablemente (FLORES, 2002).

Con temperaturas ambientales de 25 °C las semillas permanecen viables hasta un año, con un porcentaje de germinación relativa de 50 % o más (BALDOCEDA y PINEDO, 1991).

2.1.3.4. Descripción del fruto

Esta especie presenta frutos secos dehiscentes, junto locular de forma esférica, provistos de pubescencias (BALDOCEDA y PINEDO, 1991).

2.1.3.5. Crecimiento

ACUÑA (1987), menciona que, la especie (*Guazuma crinita* Mart) alcanza una altura promedio de 30 cm aproximadamente a los 4 ó 6 meses de permanencia en etapa de vivero.

2.2. Rol de los nutrientes

GROS (1986), indica que, las plantas, como todo ser vivo necesitan alimento para poder desarrollarse. Existe tres nutrientes en el suelo que son fundamentales y absorbidos con mayor cantidad; nitrógeno, fósforo y potasio, denominados nutrientes principales, primarios o macronutrientes.

Estos; en conjunto con carbono, hidrogenado y oxígeno constituyen un 90 a 99 % del peso seco de la planta, el resto constituye los llamados nutrientes secundarios o micronutrientes.

2.2.1. Los macronutrientes

2.2.1.1. Nitrógeno

Es el elemento más importante y el que la planta requiere en mayor cantidad. Además es el menos disponible debido a su movilidad dentro del sistema (GROS, 1986; VON MAREES, 1988 y GONZÁLES, 1993).

DEVLIN (1975), señala que, las plantas necesitan nitrógeno que han de absorber desde el principio del ciclo hasta el final del mismo, sin que se pueda detener esta nutrición en ningún momento, cuyo ritmo cuantitativo es peculiar de las épocas críticas de germinación, crecimiento, floración, emisión de brotes y desarrollo frutal. No existe por el momento en que las plantas prescindan de absorber el nitrógeno, ya que todo ello contribuye a un buen funcionamiento de la planta.

El nitrógeno promueve un crecimiento rápido con mayor desarrollo de las hojas y tallo, siendo la función más importante, el crecimiento de las partes vegetativas aéreas.

ERSTON (1967), indica que, al ser aplicado en forma de fertilizantes, es absorbido por las raíces de la planta en forma de NO_3^- (nitrato) y NH_4^+ (amonio), principalmente.

2.2.1.2. Fósforo

Los grupos fosfatos, constituyen el principal agente de transferencia de energía, el ATP. El fósforo interviene en procesos vegetales

tan importantes como la fotosíntesis, glucólisis, respiración, etc. (IGNATIEFF, 1959; VON MAREES, 1988 y GONZÁLES, 1993).

DEVLIN (1975), señala que, el fósforo resulta esencial para el desarrollo radicular y la división celular, además de desempeñar un papel importante en la formación de frutos. La carencia o deficiencia del fósforo, provoca que las plantas tarden en crecer, sus raíces no desarrollan normalmente, y tienden a mostrar una coloración purpúrea de los tallos, pecíolos y envés de las hojas, esto debido a que la síntesis de las proteínas no se producen en cantidad normal, sucediendo paralelamente una acumulación de azúcares en los organismos vegetativos de la planta, favoreciendo la síntesis de las antocianinas.

NAVARRO (2003), señala que, a un valor de pH de 6,5 la absorción de fósforo existe y la precipitación cálcica es mínima. Por ello este valor se puede considerar como punto de máxima disponibilidad del fósforo para los cultivos.

Una de las características del fósforo en el suelo es su estabilidad, debido a su baja solubilidad, no haciéndose disponible por las plantas en forma total, y para su normal absorción es de importancia la elección del fertilizante a utilizarse, la dosis, el tamaño de las partículas, la forma y su época de aplicación; este elemento es absorbido por las plantas en forma de ión $^{-}.PO_4$, $HPO_4=$ y $H_2PO_4^{-}$ (BUCKMAN y BRADY, 1966).

2.2.1.3. Potasio

La función principal del potasio es de activador de las enzimas que intervienen en las uniones peptídicas y en el metabolismo glucídico. También cumple funciones en el movimiento de apertura y cierre de estomas (IGNATIEFF, 1959; VON MAREES, 1988 v GONZÁLES, 1993).

La cantidad de potasio intercambiable en el suelo, no refleja la capacidad de nutrición potásica de las plantas, porque a diferentes niveles de potasio, el efecto de los fertilizantes potásicos puede ser favorable o desfavorable, y más que todo depende de la proporción del potasio intercambiable en el complejo absorbente del suelo más que en su contenido. El potasio desempeña una función fundamental en el metabolismo de las plantas y pese a que no tiene una función específica, se le encuentra en todos los tejidos de las plantas, sin que ocupe nunca una parte definida de la materia celular (DEVLIN, 1975).

Muro (1961) citado por MANRIQUE (1986), menciona que, además el potasio tiene efecto en el endurecimiento y resistencia de los tejidos de sostén, produciendo estructuras más fuertes y resistentes a doblarse; además se le atribuye el efecto importante en la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades, también influye en los fenómenos de respiración y transpiración, manteniendo la economía del agua en la planta y reduciendo su tendencia a la marchitez; la deficiencia del potasio se caracteriza por la muerte del tejido de la parte apical y bordes de la hoja. Un exceso de

potasio puede inducir a una deficiencia del nitrógeno y viceversa. Es absorbido por las plantas únicamente como ión K.

2.3. Análisis de tejidos

CORNEJO (1982), indica que, el análisis de tejido (foliar) y el de suelo, son dos técnicas usuales para un diagnóstico rápido de deficiencias y para predecir respuestas a la fertilización. El mismo autor indica que el análisis foliar es adecuado, porque el árbol es el que mejor integra los factores que afectan su estado nutricional y los resultados correlacionan mejor con el desarrollo y crecimiento y con respuestas a fertilización que el análisis de suelo. Esto es reafirmado por JUDD *et al.* (1996), en cuanto a que la concentración foliar de nutrientes es sensible a cambios en la fertilidad del sitio, siendo además importante, en la identificación de deficiencias nutricionales y desbalances. De hecho, el nitrógeno y el fósforo en el follaje responden, en forma muy especial, al estado nutricional del suelo y a la adición de fertilizantes. Las mayores concentraciones de todos los nutrientes se encuentran en el follaje, a excepción del calcio, que es mayor en la corteza.

Esta secuencia de concentración hojas>corteza>ramas>madera ha sido reportada por diversos autores en (*Eucalyptus grandis*), (*E. globulus*), (*E. eremicornis*) y (*E. nitens*), donde se señala que la secuencia de macroelementos en la biomasa aérea se mantendría constante a través de las diferentes condiciones de suelo, clima y edad de la plantación (APARICIO *et al.*, 2001).

2.4. Los fertilizantes

La intensificación de la silvicultura se ve reflejada en la aplicación de fertilizantes para disminuir los problemas de crecimiento por causa de diferencias nutricionales, técnica que se ha vuelto muy común en la actualidad en gran parte del mundo (VON MAREES, 1988).

La fertilización es la técnica más eficiente para acelerar el crecimiento y aumentar la supervivencia, tanto de la planta en vivero como de las masas forestales una vez establecidas en el campo. La aplicación de cualquiera de ellas exige el conocimiento de la demanda nutricional de la planta en cada momento, además de la capacidad del terreno para asegurar dicha nutrición en la cantidad y tiempo adecuados (RUIZ *et al.*, 2001).

TORO (1995), indica que, la aplicación de fertilizantes tiene por objetivo entregar a las plantas el complemento nutricional necesario para que éstas se desarrollen apropiadamente y logren tasas de crecimiento que satisfagan los requerimientos de los propietarios de las plantaciones. Para ello, es preciso considerar las características físicas y químicas de los suelos, las dosis y época de aplicación de nutrientes, y las características de la especie, como también, el clima local que predomina en un sitio determinado. Esto permite emplear la combinación óptima de factores de suelo, planta y clima

2.4.1. La fertilización en el vivero

El manejo correcto de la fertilización es una tecnología que facilita la obtención de plántulas forestales de óptima calidad y con alto potencial de crecimiento. Como en cualquier otro cultivo, por medio de los fertilizantes se plantea un mayor y mejor suministro de nutrientes, que normalmente son limitantes para el crecimiento de las plantas y la producción agrícola. Los fertilizantes pueden ser utilizados por los viveros independientemente de la escala de los establecimientos, siendo una práctica rentable. Por tal motivo, es de vital importancia identificar los efectos de aplicación de distintos nutrientes en el vivero con el fin de establecer momentos y dosis óptima de fertilización en cada etapa. Otro aspecto importante en los viveros es el tiempo que dura la etapa de plántula, hasta que el mismo está listo para ser llevado al campo definitivo.

La fertilización, al acelerar la tasa de crecimiento de los plántulas, acorta la duración de la etapa de vivero, mejorando el resultado económico de la explotación (BINKLEY, 1993).

2.4.2. Eficiencia de los fertilizantes

El porcentaje del fertilizante añadido que es realmente utilizado por las plantas, es la eficiencia de fertilización. Aunque el uso por el cultivo de la adición inicial, puede ser del 30 al 70 % para el nitrógeno, del 20 a 30 % para el fósforo y 50 a 80 % para el potasio, la eficiencia de aplicaciones divididas puede depender de muchos factores. La profundidad radicular, la extensividad del

sistema radicular, el tipo de fertilizante, el clima, el suelo y otras numerosas condiciones pueden alterar la eficiencia (DONAHUE *et al.*, 1981)

La eficiencia del fertilizante se expresa como la cantidad de producto cosechado por unidad de fertilizante aplicado al suelo; en otras palabras, el porcentaje de fertilizante añadido que es realmente utilizado por las plantas. Para el caso del nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), se tiene:

$$E_N: 50 - 60 \% \qquad E_P: 20 - 30 \% \qquad E_K: 40 - 70 \%$$

La eficiencia de los fertilizantes nitrogenados es condicionada por:

- Tipo de fertilizante.
- Las necesidades de la planta.
- Método de aplicación.
- La naturaleza del suelo.

En cuanto a la forma, los fertilizantes tienen el nitrógeno en forma de nitratos y de amonio, y cuando presentan diferencias en la respuesta de los cultivos, se considera que ello se debe al anión acompañante y no a la forma del nitrógeno añadido (VOTTLELER, 2003).

2.5. Trabajos de fertilización en especies forestales

BINKLEY (1993), menciona que, si la respuesta a la fertilización es positiva, esta se manifiesta en una mayor actividad fotosintética, existiendo una estrecha relación entre el aumento del área foliar y el aumento en el crecimiento de área basal. El mismo autor señala que son muchas las experiencias que

muestran una respuesta positiva en los rendimientos después de un período de 5 a 10 años.

El crecimiento rápido de los árboles jóvenes también da como resultado una gran masa central de madera juvenil. En términos generales, estos cambios que ocurren en la calidad de la madera tienen poco efecto de modo que la fertilización está directamente relacionado con el volumen de los árboles. La fertilización acelera el crecimiento en la fase joven en las repoblaciones observándose un aumento de un 50 a 80 % (GROS, 1986).

BINKLEY (1993), indica que, la fertilización tiene diversos efectos sobre la susceptibilidad de los árboles a las plagas y los patógenos. El vigor de las plantas suele aumentar después de la fertilización, lo cual permite producir una mayor cantidad de compuestos de defensa.

LANARES (2007), menciona que, existe efecto de la fertilización entre las diferentes aplicaciones de N, P₂O₅, y K₂O en la especie (*Swietenia macrophylla* G. King) en fase vivero, donde el tratamiento que logró la mayor altura promedio de la planta fue el T4 (80 – 160 – 80) con 33,06 cm de altura en 150 días de permanencia en etapa de vivero, en comparación con el testigo, que logro 26,42 cm.

ROSE et al. (1991), menciona que, en plantas de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* Mirb), con mayores volúmenes radiculares son capaces de superar más fácilmente el shock de trasplante, presentan un potencial de crecimiento radicular, capacidad de absorción de agua y nutrientes. El volumen radicular de las plantas está positivamente

correlacionado con la longitud y diámetro del tallo, y la biomasa total de las plantas.

Se han aplicado fertilizantes para corregir deficiencias en plantaciones de *Eucalyptus* en Chile, reportándose que aplicaciones de urea (60 – 150 g de N por planta), superfosfato concentrado (8,7 – 21,8 g de P por planta), sulfato de potasio (16,8 – 42 g de K por planta), baronatrocálita (2 – 4 g de B por planta), han corregido exitosamente deficiencias nutricionales en plantas de (*Eucalyptus globulus*) (PRADO y TORO, 1996).

SANTO (2000), menciona que, en Hawai, los ensayos de fertilización indican que las respuestas son muy dependientes del tipo de suelo y el historial de fertilizaciones del sitio. La aplicación de N, P, K y Ca en árboles de (*Eucalyptus grandis*) de un año de edad aumentó el crecimiento en diámetro y altura, pero este efecto se atribuyó solo al nitrógeno, ya que los otros tres elementos no influyeron en la respuesta debido a los buenos niveles de estos elementos en el suelo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el Vivero Forestal de Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS); ubicado en el Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: Latitud sur 09° 09' 00" y Longitud Oeste: 75° 59' 00". Altitud: 660 m.s.n.m. Humedad relativa media de 84% y Temperatura media anual de 25 °C.

3.2. Características climatológicas

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

Los parámetros climatológicos del cuadro 1 indican los meses en los que se desarrollo el experimento.

Cuadro 1. Parámetros climatológicos durante el experimento

PARAMETROS	Medidas	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
Temperatura máxima	(°C)	30,0	29,7	30,3	29,6	30,1	30,7
Temperatura mínima	(°C)	20,9	20,9	20,0	19,7	19,5	19,4
Temperatura media	(°C)	25,4	25,3	25,1	24,6	24,8	25,0
Precipitación anual	(mm)	305,3	191,9	130,1	168,6	95,5	119,8
Humedad relativa	(%)	86	86	84	84	83	82
Horas sol	(H. sol)	152,3	159,3	202,8	192,4	178,6	183,8

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María 2007

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Especie estudiada

- Nombre científico : *Guazuma crinita* Mart.
- Nombre común : bolaina blanca.
- Familia : Sterculiaceae.

3.3.2. Fertilizantes

- Se utilizo Urea 46 % (N), Superfosfato triple 46 % (P₂O₅) y Cloruro de Potasio 60 % (K₂O).

3.3.3. Equipos y materiales de campo

- Balanza analítica, cámara fotográfica digital, vernier digital, wincha de 5 m, libreta de apunte, sacabocado, bureta, bisturí, bolsa de polietileno, machete, jeringa (20 ml), etiquetas.

3.4. Tratamientos

Los cálculos para N, P₂O₅, K₂O son expresados en Kg/ha, estos se muestran en el anexo 17.

Cuadro 2. Esquema de los tratamientos y sus cantidades.

Clave	Tratamientos N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kg/ha)	Cantidades N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (mg/bolsa)
T0	Testigo	Testigo
T1	30 - 90 - 30	15 - 45 - 15
T2	60 - 120 - 60	30 - 60 - 30
T3	90 - 150 - 90	45 - 75 - 45
T4	120 - 180 - 120	60 - 90 - 120

3.5. Disposición experimental

- Número de plántulas por unidad experimental : 1
- Número de plántulas por tratamiento : 8
- Número de plántulas por bloque : 40
- Números de tratamientos : 5
- Número de bloques : 5
- Número de plantas a evaluar : 200

3.6. Esquema del análisis estadístico

Para el análisis del efecto de las dosis de fertilizantes sobre el crecimiento de "bolaina blanca" (*Guazuma crinita* Mart); en fase de vivero, se empleo un diseño en bloques completamente randomizado (DBCR). El ANVA se realizó a un nivel de significancia de 5 %, la prueba de Duncan para la

comparación de promedios.

Cuadro 3. Esquema del análisis de variancia.

FV	GL	SC
Bloque	(r -1)	SC bloques
Tratamiento	(t -1)	SC tratamientos
E.E	t(r-1)	SC error
Total	tr-1	SC total

3.7. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto del i- ésimo tratamiento de fertilizantes

β_i = Efecto del i- ésimo bloque de fertilizantes

ε_{ij} = Efecto aleatorio o error experimental

3.8. Metodología

3.8.1. Obtención de plantones

Para la realización del presente trabajo se utilizó plántulas de "bolaina blanca" (*Guazuma crinita* Mart), de 2 meses de edad repicadas en bolsa, las cuales presentaron buenas características de vigor, ausencia de enfermedades, plagas o daño físico.

3.8.2. Preparación del sustrato

Para la preparación del sustrato se utilizó tierra agrícola más arena en una proporción 3:1, procediéndose al llenado de las bolsas de polietileno de 1 kg y posteriormente se desinfecto con Cupravit, de acuerdo especificaciones técnicas.

3.8.3. Análisis del sustrato

La caracterización física y química del suelo, se tomo una muestra de un Kg. la cual fue llevado al laboratorio de Suelos de la UNAS.

Cuadro 4. Análisis del suelo utilizado en el experimento

Propiedad	Valores	Método
pH (1:1)	7,5	Método del Potenciómetro
Materia orgánica	3,8	Método de Walkley y Black
N total (%)	0,17	% M.O.*0,045
P disponible (ppm)	7,50	Método de Olsen modificado
K ₂ O disponible (kg/ha)	204	Método de Acido sulfúrico
CIC	6,12	Método de Acetato de Amonio
Textura	Fo.Ar.Ao	Método del hidrómetro

3.8.4. Dosis de los fertilizantes

En vista, de que no existen trabajos similares en dicha especie forestal se planteó las siguientes fórmulas:

- T0: Testigo.
- T1: N, P₂O₅, K₂O 30 – 90 – 30
- T2: N, P₂O₅, K₂O 60 – 120 – 60
- T3: N, P₂O₅, K₂O 90 – 150 – 90
- T4: N, P₂O₅, K₂O 120 – 180 – 120

Las dosis empleadas fueron calculados para 1 kg de sustrato por planta, expresado en kg/ha; estos cálculos se observa en el Anexo 16.

3.8.5. Aplicación de los fertilizantes

La primera aplicación del fertilizante se realizó en mayo del 2007; el fósforo se aplicó en una sola oportunidad previa mezcla con el sustrato, la urea y el potasio fueron disueltos en 500 ml de agua aplicándose a cada planta 10 ml de solución.

La segunda aplicación de urea y potasio se realizó a los 30 días; para evitar la pérdida del fertilizante por las constantes lluvias se cubrió el tinglado con plástico transparente.

3.8.6. Labores culturales

Para el buen desarrollo de las plantas, se dio las condiciones adecuadas tales como luz, ventilación y humedad. Se regó inicialmente cada 2 días, de acuerdo a las necesidades de la planta y a las condiciones climáticas. Asimismo, cuando los plantones tenían un mes de edad se les proporcionó más luz, posteriormente se realizó limpieza de malezas de las bolsas.

3.9. Parámetros evaluados

Para cumplir con los objetivos planteados se evaluarán los siguientes parámetros:

3.9.1. Evaluación de altura y diámetro

El estudio contempló 4 mediciones de altura y diámetro, después de los 30 días de haber aplicado los fertilizantes, su evaluación se realizó cada mes. Los resultados de estas mediciones se presentan en los Anexos 8 y 9.

Para la medición de la altura del plantón se procedió a medir desde la base del tallo hasta el ápice del plantón. La medición del diámetro se efectuó con ayuda de un vernier digital, a una altura de 2 cm de la base del tallo.

3.9.2. Área foliar

Este parámetro se evaluó; a los 60 días después de haber aplicado los fertilizantes, posteriormente cada mes, obteniendo 3 evaluaciones.

Para el área foliar se realizó por el método del saca bocado, cogiendo 5 plantas al azar por cada bloque, y tres hojas de cada planta de la parte superior, media e inferior, determinándose el peso fresco. El procedimiento para el cálculo del área foliar es: Extracción de un disco de la lámina foliar en cada hoja, con un sacabocado de 1,6 cm de diámetro (área = $2,01061 \text{ cm}^2$) y determinación de su peso en (g). Seguidamente, se calculó el área foliar de cada hoja, a través de la relación entre el peso de la hoja y el área del disco, los datos se observan en el anexo 10.

3.9.3. Longitud, diámetro y volumen de la raíz

Se realizó la misma fecha que se evaluó el área foliar tomando las cinco plantas por bloques. Para la evaluación de la longitud, se midió desde el cuello de la planta hasta el extremo inferior de la raíz principal; los datos se aprecian en Anexo 11.

Para el diámetro de la raíz principal se midió con un vernier digital, a una altura de 0,5 cm del cuello de la raíz principal, los datos se aprecian en Anexo 12

Para el caso del volumen de la raíz se procedió a llenar con agua una bureta de 100 ml, y posteriormente se introdució la raíz, midiéndose el volumen que ocupa la raíz en cada tratamiento. Los datos se aprecian en Anexo 13.

3.9.4. Peso seco de la planta

Las muestras se sometieron al secado, a una temperatura de 70 °C por tres días, luego se pesaron y se obtuvo el peso seco total de la planta. Los datos obtenidos se adjuntan en Anexo 14.

3.9.5. Análisis de tejido

Al finalizar la evaluación se escogió al azar cinco plantas por bloque para realizar el análisis de tejido de las muestras de hojas, tallo y raíz de la planta con la finalidad de reflejar la absorción actual de N, P₂O₅, y K₂O.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de la planta de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”

Del cuadro 5, de los resultados obtenidos de la prueba de Duncan a un nivel $\alpha = 0,05$ para la variable altura, demostró que existe diferencia estadística significativa con respecto al testigo, al cual no se aplicó fertilizantes.

Cuadro 5. Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, de la altura de la planta de *Guazuma crinita* Mart “bolaina blanca”

Tratamientos	Dosis N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kg/ha)	Promedios (cm)	Sig.
T0	Testigo.	13,86	b
T1	30 – 90 – 30	22,57	a
T2	60 – 120 – 60	24,02	a
T3	90 – 150 – 90	25,28	a
T4	120 – 180 – 120	27,18	a

C.V.= 14,47%

Respecto a este parámetro existe efecto de la fertilización a cualquier nivel, entre las diferentes aplicaciones de N, P₂O₅ y K₂O se observa en el cuadro 5, realizada esta evaluación a los 120 días. Siendo el tratamiento T4 (120 – 180 – 120) el que obtuvo el mejor resultado seguido del tratamiento

T₃ (90 – 150 – 90), T₂ (60 – 120 – 60), T₁ (30 – 90 – 30) con valores de 27,18 cm, 25,28 cm, 24,02 cm, 22,57 cm respectivamente y el testigo solo logró una altura promedio de 13,86 cm, como se observa en la Figura 1, el cual indica mediante la regresión lineal que el T₄ es el que tiene mayor pendiente (0,1453) por lo que hubo una reducción de 30 días entre los tratamientos y el testigo para llegar a una altura de 13 cm el testigo.

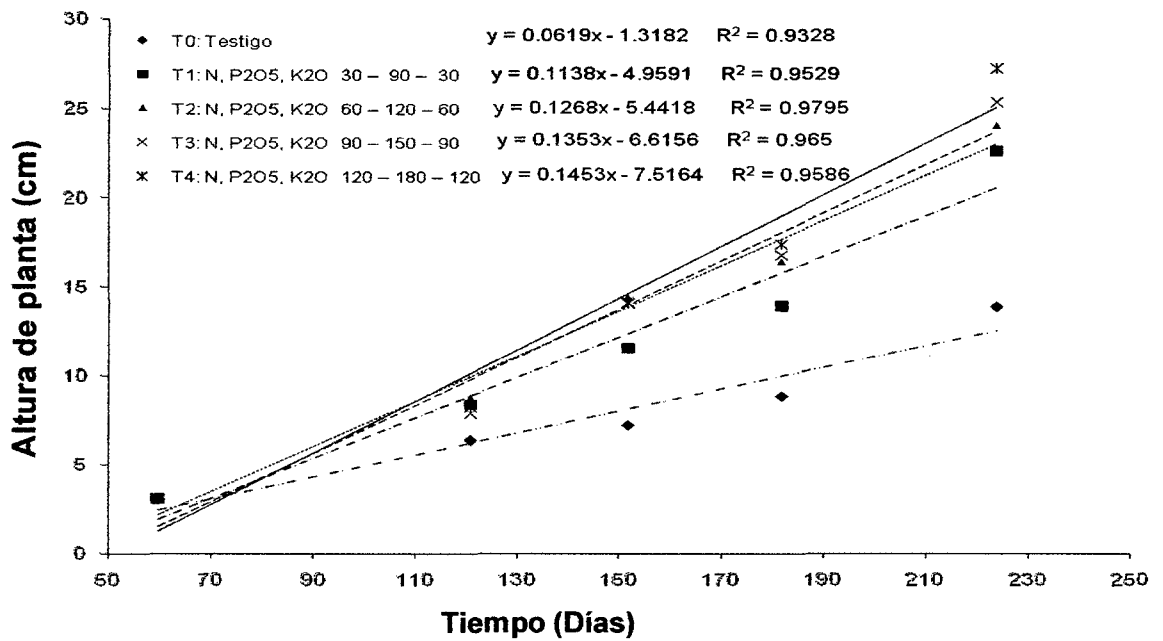


Figura 1. Curvas de crecimiento en altura de planta de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca” en cuatro meses de evaluación en fase de vivero.

Al respecto ACUÑA (1987), reporta que esta especie alcanza una altura promedio de 30 cm durante 4 ó 6 meses de permanencia en el vivero, por lo que los tratamientos con fertilizantes logran una mayor altura en menor tiempo comparado con el testigo, disminuyendo el tiempo de permanencia en etapa de vivero; además las plantas con los tratamiento se mostraban fitosanitariamente sanas.

LANARES (2007), reporta que existe efecto de la fertilización entre

las diferentes aplicaciones de N, P₂O₅, y K₂O en la especie *Swietenia macrophylla* G. King en fase vivero, logrando la mayor altura promedio aplicando dosis de (80 – 160 – 80) de NPK, con 33,06 cm de altura en 150 días de permanencia en etapa de vivero, en comparación con el testigo que logró 26,42 cm.

Es notorio el efecto de la aplicación de N, P₂O₅, y K₂O ya que el fósforo interviene en la división celular y el nitrógeno promueve un rápido crecimiento en las hojas y tallo, por otro lado el sustrato empleado presenta un pH de 7,5 el cual permite que los fertilizantes se encuentren disponibles para la planta.

4.2. Diámetro de la planta de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”

Del cuadro 6, de los resultados obtenidos de la prueba de Duncan a un nivel $\alpha = 0,05$ para la variable diámetro del tallo de la planta se demostró que existe diferencia estadística significativa con respecto al testigo, al cual no se aplicó fertilizantes.

Cuadro 6. Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, del diámetro del tallo de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”

Tratamiento	Dosis N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kg/ha)	Promedio (mm)	Sig.
T0	Testigo.	3,18	b
T1	30 – 90 – 30	5,01	a
T2	60 – 120 – 60	5,04	a
T3	90 – 150 – 90	5,06	a
T4	120 – 180 – 120	5,19	a

C.V.= 11,69 %

Se puede observar que el T4 obtuvo mayor diámetro del tallo (5,19 mm), seguido del T3, T2, T1, (5,06 mm), (5,04 mm), (5,01 mm) y el testigo T0 (3,18 mm); siendo este valor el menor promedio alcanzado como se muestra en la figura 2. Esto quiere decir que hay una relación directa entre el crecimiento en diámetro y altura ya depende de los nutrientes, propiedades físicas químicas del suelo y sobre todo de las características morfológicas y fisiológicas de cada especie de planta; además que la especie en estudio es de rápido crecimiento.

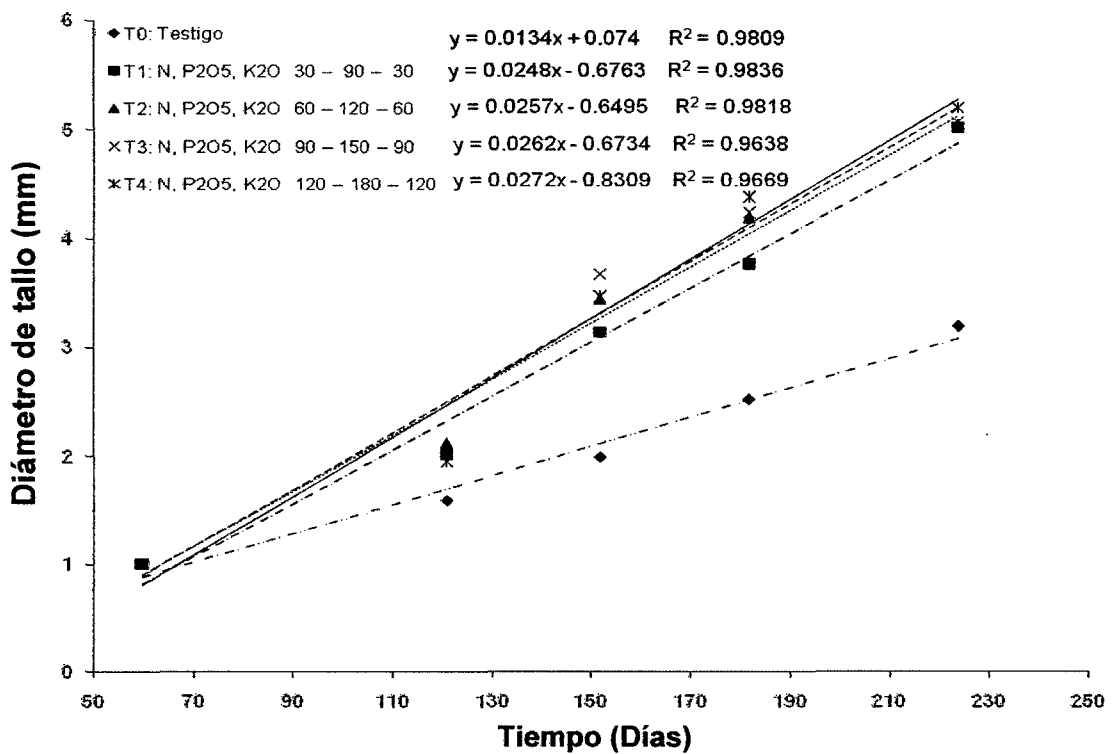


Figura 2. Curvas de crecimiento en diámetro del tallo de (*Guazuma crinita* Mart)

“bolaina blanca” en cuatro meses de evaluación en fase de vivero.

4.3. Área foliar de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”

Del cuadro 7, los resultados obtenidos de la prueba de Duncan a un nivel $\alpha = 0,05$ para la variable área foliar de la planta se demostró que existe diferencia estadística significativa con respecto al testigo, al cual no se aplicó fertilizantes.

Cuadro 7. Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, del área foliar de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”

Tratamiento	Dosis N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kg/ha)	Promedio (cm ²)	Sig.
T0	Testigo.	100,70	d
T1	30 – 90 – 30	131,66	bc
T2	60 – 120 – 60	128,75	c
T3	90 – 150 – 90	149,72	ab
T4	120 – 180 – 120	166,39	a

C.V.= 10,87 %

Respecto a este parámetro según el Cuadro y Figura 3, muestra que el tratamiento T4 (166,39 cm²) obtuvo el mayor área foliar, seguido del T3 (149,72 cm²), T1 (131,66 cm²), T2 (131,66 cm²), siendo el T0 (100,70 cm²) el que menor promedio alcanzó.

DEVLIN (1975), manifiesta que la función más importante del nitrógeno es el crecimiento de la partes vegetativas aéreas, así como estos resultados se ven reflejados en el análisis vegetativo (Cuadro 12) donde se observa que el T4 (120 – 180 – 120) obtuvo mayor porcentaje de nitrógeno extractable en las hojas. Por lo tanto los resultados muestran alta diferencias significativas, por lo que la especie trabajada es una planta que para alcanzar su máximo desarrollo se necesita aproximadamente 8 años, y el tiempo de esta

evaluación como corresponde a fase de vivero es tan solo de 4 ó 6 meses aproximadamente.

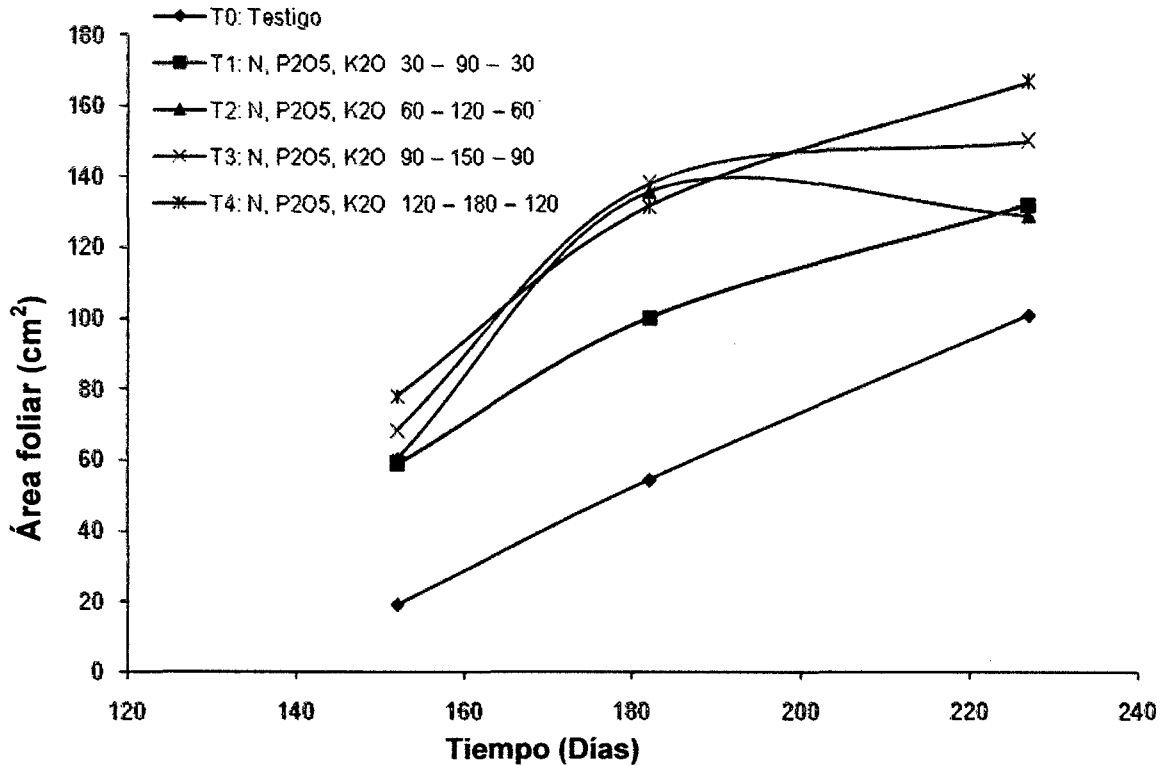


Figura 3. Curvas de área foliar en (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca” en tres meses de evaluación en fase vivero.

4.4. Longitud y diámetro de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”

Del cuadros 8, se puede apreciar, de los resultados obtenidos de la prueba de Duncan a un nivel $\alpha = 0,05$ se demostró que no existe diferencia estadística significativa entre los promedios de los tratamientos con respecto al testigo al cual no se aplicó de fertilizantes.

Cuadro 8. Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, de la Longitud de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart) "bolaina blanca"

Tratamiento	Dosis N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kg/ha)	Promedio (cm)	Sig.
T0	Testigo.	34,00	a
T1	30 – 90 – 30	34,20	a
T2	60 – 120 – 60	34,00	a
T3	90 – 150 – 90	35,60	a
T4	120 – 180 – 120	40,20	a

C.V.= 16,42 %

Se puede observar que el T4 obtuvo mayor longitud (40,20 cm), seguido del T3, T1, (35,60 cm), (34,20 cm), T2 y T0 (34,00 cm) alcanzaron el menor promedio respectivamente (ver figura 4).

Del Cuadro 9, se puede apreciar, de los resultados obtenidos de la prueba de Duncan a un nivel $\alpha = 0,05$ se demostró que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con respecto al testigo al cual no se aplicó dosis de fertilizantes, para la especie (*Guazuma crinita* Mart) en fase de vivero.

Cuadro 9. Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, del diámetro de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart) "bolaina blanca"

Tratamiento	Dosis N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kg/ha)	Promedio (mm)	Sig.
T0	Testigo.	5,46	c
T1	30 – 90 – 30	6,47	bc
T2	60 – 120 – 60	7,18	ab
T3	90 – 150 – 90	7,00	ab
T4	120 – 180 – 120	7,99	a

C.V.= 14,67 %

Del cuadro 9, se puede observar que el T4 obtuvo mayor diámetro

(7,99 mm), seguido del T2, T3, T1 (7,18 mm), (7,00 mm), (6,47 mm), y T0 (5,46 mm) que alcanzó el menor promedio respectivamente (ver figura 5).

DEVLIN (1975), señala que el fósforo resulta esencial para el desarrollo radicular y la división celular como se muestra en el cuadro 12, que el tratamiento T4 (120 – 180 – 120) es el que mayor porcentaje de fósforo que ha sido utilizado por la planta tal como se ve reflejados en los resultados obtenidos en la longitud de raíz.

Por otra como se puede observar en el anexo 19, las raíces con las diferentes dosis de nutrientes presentan una mayor uniformidad en comparación al testigo, notándose un mayor desarrollo de las raíces laterales ; al respecto PRITCHETT (1986), manifiesta que el número y la distribución de las raíces pequeñas determinan la intensidad con que se utiliza el volumen del suelo ; por otra parte FLORES-VINDA (1999), indica que el sistema radical de numerosas especies responde a fuentes de nutrientes localizadas que pueden accederlas.

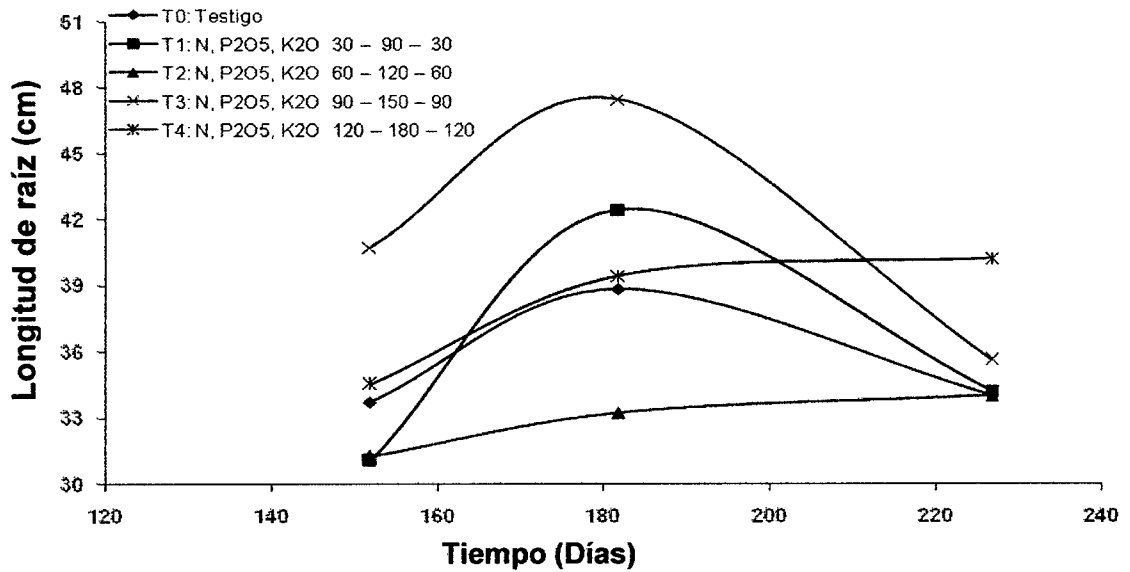


Figura 4. Curvas de crecimiento en longitud de raíz de (*Guazuma crinita* Mart)

“bolaina blanca” en tres meses de evaluación en fase vivero.

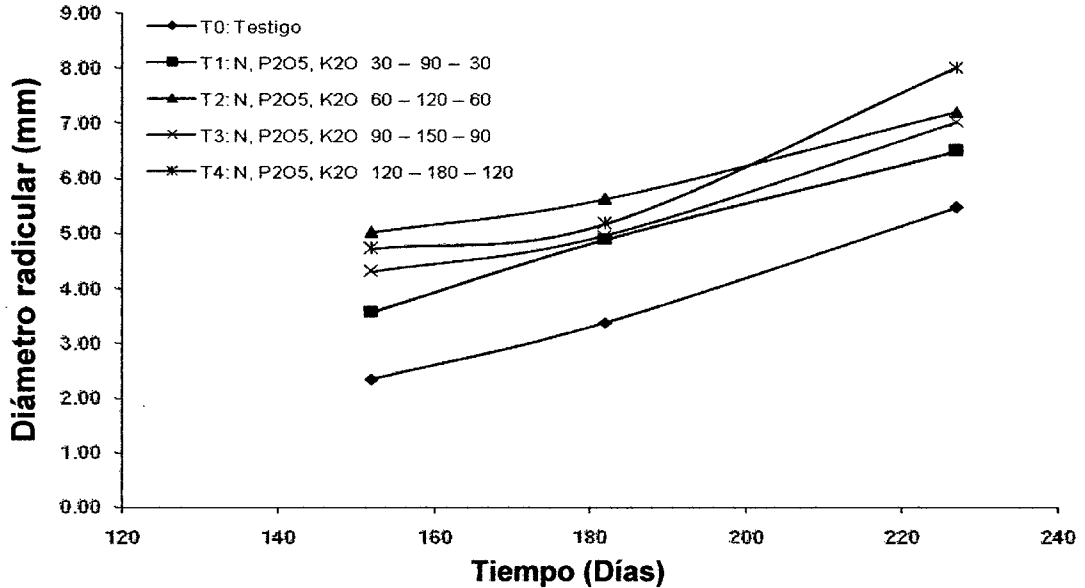


Figura 5. Curvas de crecimiento en diámetro a nivel del cuello de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca” en tres meses de evaluación en fase vivero.

4.5. Volumen de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”

Del cuadro 10, se puede apreciar; de los resultados obtenidos de la prueba de Duncan a un nivel $\alpha = 0,05$ se demostró que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; para la variable volumen de raíz con respecto al testigo.

Cuadro 10. Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, del volumen de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”

Tratamiento	Dosis N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kg/ha)	Promedio (cm ³)	Sig.
T0	Testigo.	3,46	b
T1	30 – 90 – 30	6,50	a
T2	60 – 120 – 60	7,10	a
T3	90 – 150 – 90	7,70	a
T4	120 – 180 – 120	7,96	a

C.V.= 28.65%

Se puede observar que el tratamiento T4 (120 – 180 – 120) obtuvo el mejor resultado con 7,96 cm³, seguido del tratamiento T3 (90 – 150 – 90), T2 (60 – 120 – 60), T1 (30 – 90 – 30) con valores de 7,70 cm³, 7,10 cm³, 6,50 cm³, respectivamente y el testigo solo logró un volumen promedio de 3,46 cm³ (ver figura 6).

Este estudio demostró que plantas con mayores volúmenes radiculares son capaces de superar más fácilmente el shock de trasplante debido a una mayor conductividad hidráulica que aquellas con menor volumen radicular. El volumen radicular es un buen predictor de comportamiento de las plantas en terreno, esto explica por el hecho de que inmediatamente después de establecida la planta en un terreno, las plantas dependen de las

características de sus raíces para la absorción de agua y nutrientes del suelo (ROSE, 1991).

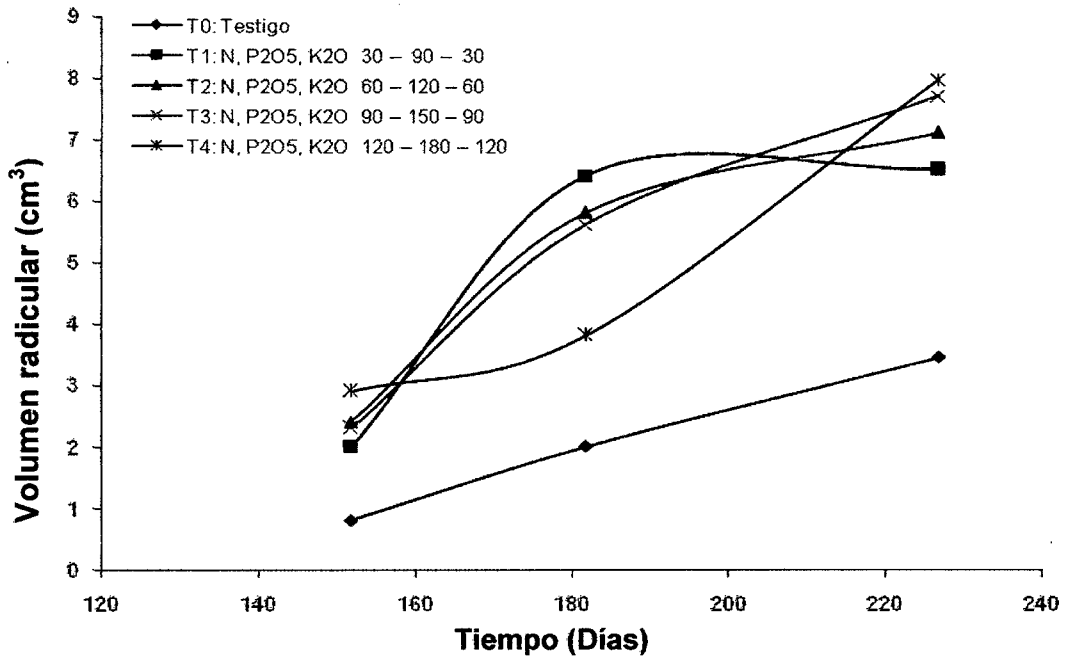


Figura 6. Curvas de crecimiento en volumen de la raíz de *Guazuma crinita* Mart “bolaina blanca” en tres meses de evaluación en fase vivero.

4.6. Peso seco de la planta de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”

Del cuadro 11, se puede apreciar; de los resultados obtenidos de la prueba de Duncan a un nivel $\alpha = 0,05$ se demostró que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Cuadro 11. Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$, del peso seco de *Guazuma crinita*

Mart "bolaina blanca"

Tratamiento	Dosis N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (Kg/ha)	Promedio (g)	Sig.
T0	Testigo.	5,90	a
T1	30 – 90 – 30	6,01	a
T2	60 – 120 – 60	6,07	a
T3	90 – 150 – 90	5,92	a
T4	120 – 180 – 120	6,57	a

C.V.= 23.44 %

No obstante se puede apreciar que el T4 en promedio generó mayor peso seco 6,57 g acumulando 0,67 g más que el testigo T0 que alcanzó el menor promedio, tal como se muestra en la figura 7.

La finalidad de estos resultados se basa en la asunción de que existe una relación entre el crecimiento de las plantas y el contenido de los nutrientes en la materia seca o fresca (AZCON-BIETO y TALON, 2000).

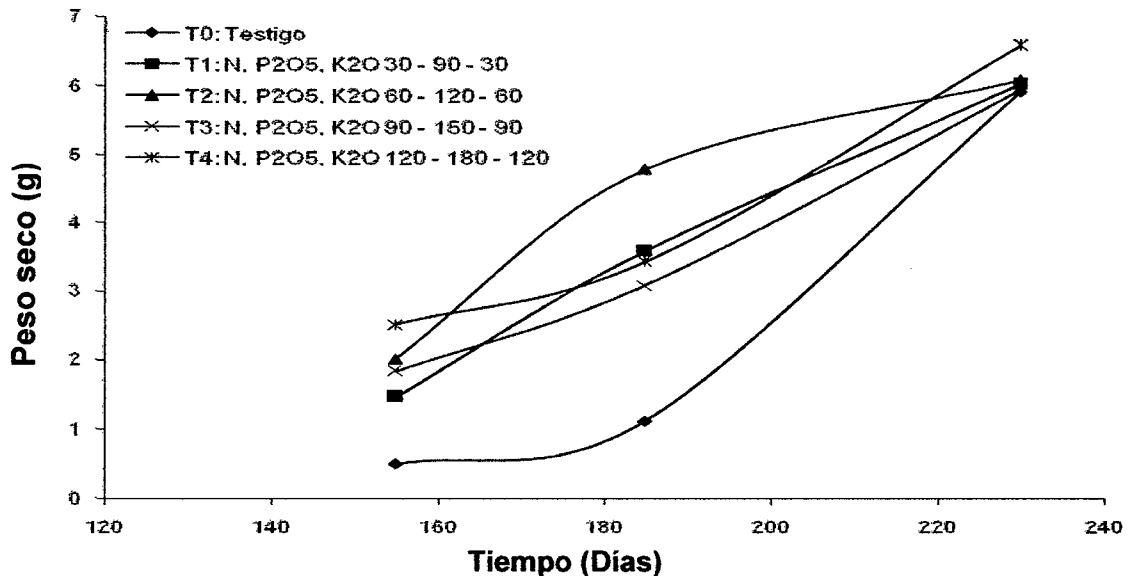


Figura 7. Curvas de acumulación del peso seco de (*Guazuma crinita* Mart) "bolaina blanca" en tres meses de evaluación en fase vivero.

4.7. Análisis nutricional de (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”

En el Cuadro 12, se muestra los resultados obtenidos del análisis de tejido donde la mayor concentración de nitrógeno (N) y fósforo (P_2O_5) se encontró en las hojas en los tratamientos T4 (120 – 180 – 120) con 3,19 %, T3 (90 – 150 – 90) con 2,77 %, seguido por el tratamiento T2 (60 – 120 – 60) con 2,46 %, T1 (30 – 90 – 30) con 2,46 % y finalmente el T0 (testigo) con 2,12 % para el nitrógeno y para el fósforo el tratamiento T4 (120 – 180 – 120) con 0,18 %, T3 (90 – 150 – 90) con 0,14 %, T2 (60 – 120 – 60) con 0,14 %, T1(30 – 90 – 30) con 0,15 % respectivamente y finalmente el T0 (testigo) con 0,12 %.

Asimismo el mayor porcentaje de potasio (K_2O) se encontró en la hoja en mayor cantidad en el tratamiento T4 (120 – 180 – 120) con 1,70 % y en la raíz en el tratamiento T4 (120 – 180 – 120) con 1,30 %, T3 (90 – 150 – 90) con 1,70 %, T2 (60 – 120 – 60) con 1,20 %, T1(30 – 90 – 30) con 1,20 % y T0 (testigo) con 0,62 %.

Cuadro 12. Concentraciones de N, P₂O₅, K₂O de (*Guazuma crinita* Mart)
"bolaina blanca"

Concentraciones de N %				
Bloque	Tratamiento	Raiz	Tallo	Hoja
B. I	Testigo.	0,60	0,69	2,12
B. II	30 – 90 – 30	0,66	0,99	2,46
B. III	60 – 120 – 60	0,77	1,09	2,76
B. IV	90 – 150 – 90	0,83	1,12	2,77
B.V	120 – 180 – 120	0,94	1,24	3,19
Concentraciones de P ₂ O ₅ %				
Bloque	Tratamiento	Raiz	Tallo	Hoja
B. I	Testigo.	0,11	0,13	0,12
B. II	30 – 90 – 30	0,13	0,13	0,15
B. III	60 – 120 – 60	0,12	0,13	0,14
B. IV	90 – 150 – 90	0,13	0,14	0,14
B.V	120 – 180 – 120	0,16	0,14	0,18
Concentraciones de K ₂ O %				
Bloque	Tratamiento	Raiz	Tallo	Hoja
B. I	Testigo.	0,62	0,70	0,79
B. II	30 – 90 – 30	1,20	1,30	1,60
B. III	60 – 120 – 60	1,20	1,30	1,50
B. IV	90 – 150 – 90	1,70	1,40	1,60
B.V	120 – 180 – 120	1,30	1,60	1,70

La alta absorción de nitrógeno (N) en comparación con los demás elementos evaluados (fósforo y Potasio) se debe a que este nutriente es el elemento más importante y el que la planta requiere en mayor cantidad (GROS, 1986; VON MAREES, 1988 Y GONZÁLES; 1993), además este resultado es reflejado en el área foliar (Ver Cuadro 7) en la cual el tratamiento T4 es el que obtuvo el promedio más alto, debido a que el nitrógeno promueve un crecimiento rápido de las hojas.

No obstante la eficiencia del fertilizante puede depender de muchos factores tales como la profundidad radicular en este caso el T4 obtuvo mayor longitud, (ver cuadro 8), la extensibilidad de sistema radicular, tipo de

fertilizantes, el clima, el suelo y otras condiciones alterar la eficiencia (DONAHUE *et al.*, 1981).

Es importante señalar que las plantas con las diferentes dosis de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O), presentaron mejor estado y calidad fitosanitaria que las plantas del testigo, tal como se puede observar en el anexo 16. Según POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (1988), al potasio se le atribuye el efecto a la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades.

Para el análisis de tejido de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O), presentes en la fertilización, es preciso hacer notar que no existe referencia de valores para las concentraciones de estos elementos en (*Guazuma crinita* Mart) por lo que los resultados del análisis son referenciales y solo pueden ser comparados entre sí o con otros estudios, pero no se puede dar rangos de suficiencia o insuficiencia de nutrientes.

V. CONCLUSIONES

1. El crecimiento de la (*Guazuma crinita* Mart) en fase vivero esta influenciada por el efecto de la aplicación del nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) bajo la forma de fertilizante (urea, superfosfato triple y cloruro de potasio).
2. La aplicación de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O), tiene influencia en crecimiento de longitud, diámetro y volumen de la raíz, área foliar obteniendo valores de 40,20 cm, 7,99 mm, 7,96 cm^3 y 166,39 cm^2 aplicando dosis de (N, P_2O_5 , K_2O) en comparación al testigo (tierra agrícola) que alcanzaron valores de 34,00 cm, 5,46 mm y 3,46 cm^3 para estos parámetros respectivamente.
3. Entre los tratamientos evaluados existe diferencias significativas para el parámetro altura, siendo el T4 (120 – 180 – 120) el que obtuvo el mejor resultado alcanzando 27.18 cm, a los 120 días de evaluación, seguido por los tratamientos T3 (90 – 150 – 90), T2 (60 – 120 – 60), T1 (30 – 90- 30) con valores de 25,28 cm, 24,02 cm, 22,57 cm y finalmente el testigo con 13,86 cm, de esta manera la aplicación de fertilizantes indujo una reducción del tiempo de

permanencia en vivero y así minimizar costos.

4. El análisis vegetativo para la especie en estudio, los nutrientes nitrógeno (N) y fósforo (P_2O_5), refleja que el tratamiento T4 (120 – 180 – 120) obtiene los más altos valores de concentración en la raíz, tallo y hoja, siendo estos de 0,94 %, 1,24 %, 3,19 % para el N, 0,16 %, 0,14 %, 0,18 % para el P_2O_5 , y K_2O con 1,30%, 1,60 %, 1,70 % respectivamente.
5. Para los resultados obtenidos y por la calidad cualitativa de las plantas se concluye, que la aplicación de dosis del tratamiento T4 (120 – 180 – 120) N, P_2O_5 y K_2O aplicadas a la especie forestal (*Guazuma crinita* Mart) “bolaina blanca”, en fase de vivero, estimula el crecimiento obteniendo plantas de mejor calidad y en menor tiempo, disminuyendo su permanencia en el vivero.

VI. RECOMENDACIONES

1. La dosis de fertilizantes recomendada para la especie forestal (*Guazuma crinita* Mart) en fase de vivero es de 120 – 180 – 120 de N, P₂O₅ y K₂O, obteniendo mejores resultados en altura, área foliar, longitud de raíz, volumen de raíz y peso seco de la planta.
2. Continuar este trabajo llevando las plantas en experimentación a campo definitivo, para evaluar su porcentaje de sobrevivencia, crecimiento, comportamiento, sanidad y otros parámetros.
3. Realizar trabajos similares utilizando otros tipos de fertilizantes, tales como (nitrato de amonio, roca fosfórica, fosfato de amonio, sulfato de potasio, etc.).

VII. ABSTRACT

Then present work of study was carried out in the nursery of the faculty of National Renewable Resources of the National Agrarian University of the Forest, using three types of fertilizers (urea, super phosphate triple and chloride of potassium) applied to the forest species "bolaina blanca" (*Guazuma crinita* Mart), in the phase of nursery. The present work of investigation done in order to evaluate the effect of the doses of the fertilizers T1 (30 – 90 - 30), T2 (60 – 120 - 60), T3 (90 – 150 - 90), T4 (120 – 180 - 120), on the growth of the species in study, through of variables; high, diameter, foliate area, length, diameter and volume of the root, dried weight and nutritional analysis of the plant the used treatments were five, in a design of blocks completely randomized with eight repetitions for treatment and 40 plants for block.

Of the obtained results we concluded that, it exists effect of the doses of fertilizers applied on the growth of "bolaina" (*Guazuma crinita* Mart), in phase of nursery. likewise the variables of height and diameter (27,18 cm. and 5,19 mm) , foliar area (166,39 cm²). Diameter and volume of the root (7,99 mm and 7,96 cm³), obtained the best average, concluding that the doses of T4 (120 – 180 - 120) of N, P₂O₅ and K₂O, get the most satisfactory results with respect to the others treatments.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, P. 1987. *Guazuma crinita* Mart. [En línea]. CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/especie/arboles/doctos/66stec1m.pdf>, 30 Mar. 2007).
- ANDRE, G. 1986. Abonos. Guía práctica de la fertilización. 7° edición. Revisado. Madrid, España. Mundi Prensa. 465-468 p.
- AZCÓN-BIETO, J., TALÓN, M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Edit. McGraw - Hill-Interamericana. Barcelona, España. 522 p.
- APARICIO, J., GERDING, V., SCHLATTER, J., GREZ, R. 2001. Dinámica de elementos nutritivos en la biomasa de *Eucalyptus nitens* al cuarto año de crecimiento, en un suelo rojo arcilloso del sur de Chile. In: Simposio IUFRO. Desarrollando el eucalipto del futuro. Valdivia, Chile. 12 p. [En línea]: SICTI (<http://www.sicti.cl/sicti/CurriculoViewDFAction?Email=vgerding@uach.cl&btn=ViewCurriculo>, 06 Abr. 2007)
- BALDOCEDA, A. y PINEDO, V. 1991. Temas forestales (silvicultura de la bolaina blanca) Pucallpa, Perú.
- BINKLEY, D. 1993. Nutrición forestal; Prácticas de manejo. 1 ed. México, D.F. Limusa. 335p

- BUCKMAN., BRADY, N. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por R. Solar. Barcelona, España, UTEHA. 590 p.
- CENTURION, J. 1987. Efectos del sustrato y dolomita en la fase inicial de una plantación de Caoba (*Swietenia Macrophylla* G. King) en suelos degradados de Tingo Maria. Tesis ING. RNR. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 53 p.
- CORNEJO, B.1982. Respuesta de una plantación de *E. globulus* (Labill) a la fertilización con Urea y Superfosfato triple en la comuna de Litueche en la sexta región. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. Universidad de Chile.92p. [En línea]: CONAF (<http://www.conaf.cl/?page=home/contents&seccionid=0a09f4e0843fd7b8ae658f3e692d6948&unida d=0&>. 10 Abr.2007).
- DEVLIN, R. 1975. Fisiología vegetal. Barcelona, España, Omega. 281 p.
- DONAHUE, R., MILLER, R., SHICKLUNA, J. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. 1 ed. Madrid, España, Prentice / Hall Internacional. 624 p.
- FAO. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos. Edit. FAO. Roma. Italia. Estudio FAO MONTES 502 p.
- FLORES, Y. 2002. INIA. Semilla de especies forestales de importancia económica en la región ucajali. Primera edición. 81 p.

- FLORES-VINDA, E. 1999. La Planta Estructura y Función. Vol. I y II. Edit. Universitaria Regional. Carago, Costa Rica. 884p.
- FRANCISCO, J., MATUS & CHRISTIAN, R. 2000. Agronomía y suelo. [En línea]. (<http://www.e-campo.com/section/news/display.php/uuid>, 30 Mar.2007).
- GONZÁLES, C. 1993. Evaluación de un ensayo de fertilización en *Eucalyptus globulus* Labill. En las dunas de Chanco, séptima región. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. Universidad de Chile. P.11 – 45. [En línea]: CYBERTESIS (http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2002/lewin_p/sources/lewin_p.pdf. 13 Ago. 2007).
- GROS, A. 1986. Abonos. Guía de práctica de la fertilización. 7 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa.560 p.
- IGNATIEFF, V. 1959. El uso eficaz de los fertilizantes. Estudios Agropecuarios N° 43. F.A.O, Italia 227 p. [En línea]: BIBLIOTECAS (<http://www.bibliotecas.unc.edu.ar/cgi-bin/LibreoOPAC?accion=buscar&expresion=IGNATIEFF.+VLADIMIR>. 15 Abr. 2008).
- INFORMACIONES sobre la fertilización tropical. 1970. Fertilité, Paris. p. 16–17.
- JUDD, S., ATTIWILL, M., ADAMS, A. 1996 Nutrient concentrations in *Eucalyptus*: A síntesis in relation to differences between taxa, sites and components. In: Nutrition of *Eucalyptus*. Collingwood, Australia, CSIRO. p. 123–153. [En línea]: BLACKWELL (<http://www.blackwell->

synergy.com/links/doi/10.1046%2Fj.1365-2435.2000.t01-1-004687.x. 10

Feb 2008).

KRIEDEMANN, E., CROMER, N. 1996. The Nutritional Physiology of the Eucalypts – Nutrition and Growth. In: Nutrition of *Eucalyptus*. Collingwood, Australia, CSIRO. p. 109 – 121. [En línea]: MEMBERS FORESTRY (<http://www.members.forestry.crc.org.au/refs/THF-B2.htm>. 20 Jul. 2008).

LANARES, K. 2007. Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio sobre el crecimiento de *Swietenia macrophylla* G. King “caoba” en fase de vivero en Tingo María. Tesis Ing. R.N.R. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 65 p.

MANRIQUE, L. 1986. Efectos del N, P y K en el desarrollo y otras características de la Citronela (*Cymbopogon winterianus*) Var. Mahapengiri en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 123 p.

MANTILLA, A. 2004. Ecofisiología de la germinación de semillas. In La Ecofisiología Vegetal. Una ciencia de síntesis. Edit. Thomson. Madrid, España. 1193p.

MOSTACERO, J., MEJIA F. y GAMARRA, T. 2002. Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Vol. I. Ed. Normas Legales S.A.C. 667 p.

NAVARRO, G. 2003. Química agrícola. 2 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. 487 p.

- POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE; POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA & FOUNDATION FOR AGRONOMIC RESEARCH (FAR). 1988. Manual de Fertilidad de los Suelos. Primera Impresión en Español. Publicado por The Potash & Phosphate Institute. Georgia EE.UU.
- PRADO, J. Y TORO, J. 1996. silvicultura of eucalypt plantations in chile. In: Nutrition of *Eucalyptus*, pp. 357 – 369. CSIRO publishing, colligwood, Australia.
- PRITCHETT, W. 1986. Suelos Forestales, Propiedades, Conservación y mejoramiento. Edit. Limusa, México. 634 p.
- ROJAS, R. 1987. Uso de tres tipos de substratos en la propagación de Caoba (*Swietenia macrophylla* G. King) en fase de vivero en la zona del Alto Huallaga. Tesis Ing. R.N.R. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 110 p.
- ROSE, R., ATKINSON, M., GLEASON, J., SABIN, T. 1991. Root volume as a grading criterion to improve field performance of Douglas-fir seedings. New Forest. p. 195 – 209. [En línea]: SCIELO (<http://www.scielo.cl/pdf/bosque/v25n2/Art03.pdf>. 08 Ago. 2008).
- RUIZ, F., SORIA, F., PARDO, M., TOVAL, G. 2001. Ensayos factoriales de fertilización en masas de *Eucalyptus globulus* (Labill) de mediana edad. Análisis de rentabilidad de inversión por fertilización. In: Simposio IUFRO. Desarrollando el eucalipto del futuro. Valdivia, Chile. 9 p.

- SANTO, L. 2000. Fertilización of *Eucalyptus* for Rapid Canopy Closure on the Hamakua Coast in Pa'auilo. [En línea]. In: Hawaiiag Agricultura Research Center. Forestry. (<http://www.Hawaiiag.org/harc>. 23 Ago. 2008)
- TORO, J. 1995. Avances en fertilización en *Pinus radiata* y *Eucalyptus* en Chile. In: Simposio IUFRO. Manejo Nutritivo de Plantaciones Forestales. Valdivia, Chile p. 293 - 298. [En línea]: SCIELO (http://www.scielo.cl/cielo.php?pid=S071792002004000200007&script=sci_arttext. 11 Sep. 2007).
- VON MARRES, A. 1988. Respuesta a la fertilización con NPK de una plantación recién establecida de *Eucalyptus delegatensis* R.T. Baker en la precoordillera andina de la novena región. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. Universidad de Chile. p. 25 - 48. [En línea]: CYBERTESIS(http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2003/lewin_p/sources/lewin_p.pdf. 20 Dic. 2007).
- VOTTLELER, J. 2003. Bienvenid@s. Suelos I. [En línea]: BIBAGR, (<http://bibagr.ucla.edu.ve/jhonny2/objetivo%20II.htm>. 18 Jun. 2007).

IX. ANEXOS

Anexo 1. ANVA de altura de la planta de (*Guazuma crinita* Mart)

Fuente de variación	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	Sig.
Bloques	4	54,46	13,61	1,27	NS
Tratamientos	4	532,71	133,17	12,45	AS
Error experimental	16	171,15	10,69		
TOTAL	24	758,34			

** = Significativo

Anexo 2. ANVA de diámetro de (*Guazuma crinita* Mart)

Fuente de variación	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	Sig.
Bloques	4	3,12	0,78	2,58	NS
Tratamientos	4	14,41	3,60	11,92	AS
Error experimental	16	4,83	0,30		
TOTAL	24	22,37			

** = Significativo

Anexo 3. ANVA área foliar de (*Guazuma crinita* Mart)

Fuente de variación	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	Sig.
Bloques	4	1747,37	436,84	2,01	NS
Tratamientos	4	12137,27	3034,31	13,99	AS
Error experimental	16	3470,21	216,88		
TOTAL	24	17354,86			

** = Significativo

Anexo 4. ANVA de longitud de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart)

Fuente de variación	G.L	Suma de Cuadrado	Cuadrados medios	F cal.	Sig.
Bloques	4	234,00	58,50	1,71	NS
Tratamientos	4	141,20	35,30	1,03	NS
Error experimental	16	546,80	34,17		
TOTAL	24	922,00			

NS = No significativo

Anexo 5. ANVA de diámetro de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart)

Fuente de variación	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	Sig.
Bloques	4	2,23	0,55	0,56	NS
Tratamientos	4	17,50	4,37	4,36	S
Error experimental	16	16,05	1,00		
TOTAL	24	35,80			

* = Significativo

Anexo 6. ANVA de volumen de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart)

Fuente de variación	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	Sig.
Bloques	4	3,99	0,99	0,28	NS
Tratamientos	4	65,81	16,45	4,68	AS
Error experimental	16	56,26	3,51		
TOTAL	24	126,08			

** = Significativo

Anexo 7. ANVA de peso seco de (*Guazuma crinita* Mart)

Fuente de variación	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	Sig.
Bloques	4	30,68	7,67	8,51	AS
Tratamientos	4	0,70	0,18	0,19	NS
Error experimental	16	14,42	0,90		
TOTAL	24	45,80			

NS = No significativo

Anexo 8. Promedios de las evaluaciones por tratamiento para la variable altura de (*Guazuma crinita* Mart) para los cuatro meses de evaluación.

Altura (cm)				
Tratamientos	1ª evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación	4ª evaluación
T0	6,32	7,17	8,80	13,86
T1	8,36	11,51	13,86	22,57
T2	8,68	14,40	16,38	24,02
T3	7,80	14,05	16,74	25,28
T4	8,21	14,03	17,35	27,18

Anexo 9. Promedios de las evaluaciones por tratamiento para la variable diámetro de (*Guazuma crinita* Mart) para los cuatro meses de evaluación.

Diámetro(mm)				
Tratamientos	1ª evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación	4ª evaluación
T0	1,59	1,98	2,51	3,18
T1	2,01	3,13	3,75	5,01
T2	2,12	3,43	4,18	5,04
T3	2,02	3,66	4,21	5,06
T4	1,94	3,45	4,36	5,19

Anexo 10. Promedios de las evaluaciones por tratamiento para la variable área foliar de (*Guazuma crinita* Mart) para los tres meses de evaluación.

Área foliar (cm ²)			
Tratamientos	1ª evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación
T0	1,59	1,98	2,51
T1	2,01	3,13	3,75
T2	2,12	3,43	4,18
T3	2,02	3,66	4,21
T4	1,9	3,45	4,36

Anexo 11. Promedios de las evaluaciones por tratamiento para la variable longitud de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart) para los tres meses de evaluación.

Longitud de la raíz (cm)			
Tratamientos	1ª evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación
T0	33,70	38,80	34,00
T1	31,04	42,40	34,20
T2	31,24	33,20	34,00
T3	40,70	47,40	35,60
T4	34,52	39,40	40,20

Anexo 12. Promedios de las evaluaciones por tratamiento para la variable diámetro de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart) para los tres meses de evaluación.

Diámetro de la raíz (mm)			
Tratamientos	1ª evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación
T0	2,32	3,36	5,46
T1	3,56	4,88	6,47
T2	5,01	5,61	7,18
T3	4,29	4,94	7,00
T4	4,71	5,15	7,99

Anexo 13. Promedios de las evaluaciones por tratamiento para la variable volumen de la raíz de (*Guazuma crinita* Mart) para los tres meses de evaluación.

Volumen de la raíz (cm ³)			
Tratamientos	1ª evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación
T0	0,80	2,00	3,46
T1	2,00	6,40	6,50
T2	2,40	5,80	7,10
T3	2,30	5,60	7,70
T4	2,90	3,80	7,96

Anexo 14. Promedios de las evaluaciones por tratamiento para la variable peso seco de (*Guazuma crinita* Mart) para los tres meses de evaluación.

Tratamientos	Peso seco total de la planta (g)		
	1ª evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación
T0	0,49	1,11	5,90
T1	1,45	3,57	6,01
T2	2,00	4,77	6,07
T3	1,82	3,07	5,92
T4	2,50	3,42	6,57

Anexo 15. Diseño del experimento

BLOQUE I	T4	T1	T0	T2	T3
BLOQUE II	T1	T2	T3	T4	T0
BLOQUE III	T1	T4	T0	T2	T3
BLOQUE IV	T3	T1	T2	T0	T4
BLOQUE V	T2	T0	T1	T4	T3

Anexo 16. Cálculo de las cantidades de Fertilizantes aplicado

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
T ₁	30	- 90	- 30

Nitrógeno (N)

100 Kg. Urea ——— 46 % (N)

X ——— 30 % (N)

$$X = 65,22 \text{ Kg.}$$

Peso de 1 ha = 2000 Toneladas = 2'000 000 Kg.

65,22 kg ——— 2'000 000 Kg.

X ——— 1 Kg.

$$X = 0,03 \text{ gr / planta}$$

0,03 gr. urea / planta * 50 = 1,5 gr. urea / tratamiento

Primera aplicación de 0,75 gr. urea / tratamiento, disueltos en 500 ml de agua correspondiendo a cada planta 10 ml de agua.

Segunda aplicación de 0,75 gr. urea / tratamiento, disueltos en 500 ml de agua correspondiendo a cada planta 10 ml de agua.

Fósforo (P₂O₅)

100 Kg. ——— 46 % (P₂O₅)

X ——— 90 % (P₂O₅)

$$X = 195,65 \text{ Kg.}$$

Peso de 1 ha = 2000 Toneladas = 2'000 000 Kg.

195,65 Kg. ——— 2'000 000 Kg.

X ——— 1 Kg.

$$X = 0,10 \text{ gr. / planta * 40 = 4,0 gr. / tratamiento}$$

La aplicación del fósforo será aplicado con el sustrato.

Potasio (K_2O)

100 Kg. ——— 60 % (K_2O)

X ——— 30 % (K_2O)

X = 50 Kg.

Peso de 1 ha = 2000 Toneladas = 2'000 000 Kg.

50 kg ——— 2'000 000 Kg.

X ——— 1 Kg.

X = 0,03 gr / planta * 50 = 1,5 gr K_2O / tratamiento

Primera aplicación de 0,75 gr. de potasio / tratamiento, disueltos en 500 ml de agua correspondiendo a cada planta 10 ml de agua.

Segunda aplicación de 0,75 gr. de potasio / tratamiento, disueltos en 500 ml de agua correspondiendo a cada planta 10 ml de agua.

Clave	Tratamientos N, P_2O_5 , K_2O (Kg/ha)	Cantidades (g/bolsa) N, P_2O_5 , K_2O
T ₀	Testigo	Testigo
T ₁	30 - 90 - 30	0,03 – 0,10 – 0,03
T ₂	60 - 120 - 60	0,07 – 0,13 – 0,05
T ₃	90 - 150 - 90	0,09 – 0,16 – 0,08
T ₄	120 - 180 - 120	0,13 – 0,19 – 0,10

Anexo 17. Cálculos de N, P₂O₅ y K₂OT₁ 30- 90 - 30

Nitrógeno (N)

30 Kg (N). ——— 2000000 kg (suelo)

X ——— 1 kg

X = 15 mg N/bolsa

Fósforo (P₂O₅)90 Kg (P₂O₅) ——— 2000000 kg (suelo)

X ——— 1 kg

X = 45 mg P₂O₅/bolsaPotasio (K₂O)30 Kg (K₂O) ——— 2000000 kg (suelo)

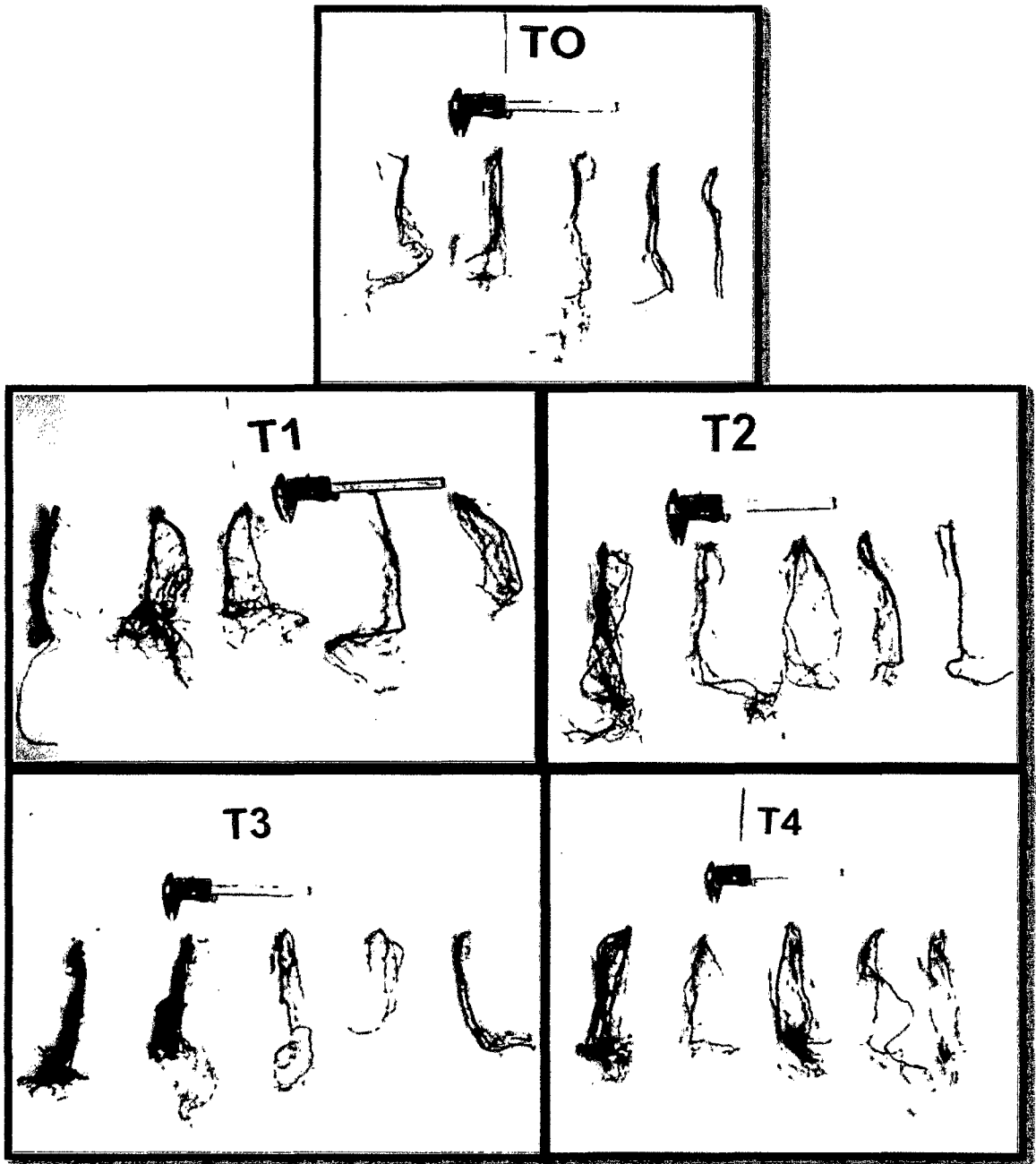
X ——— 1 kg

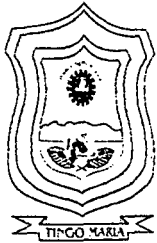
X = 15 mg K₂O/ bolsa

Anexo 18. Comparación entre las plantas de los diferentes tratamientos



Anexo 19. Diferencia entre las raíces de los diferentes tratamientos





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562342 Anexo 283 Fax (064) 561156 Apto. 156



"AÑO DEL DEBER CIUDADANO"

RESULTADO DE ANÁLISIS DE N.P.K DE BOLAINA BLANCA

SOLICITANTE: Wellington Ortiz Córdova.

PROCEDENCIA: TINGO MARIA - R. N.R.

FECHA: 14-09-07

Muestra	% N. BI	% N. BII	% N. BIII	% N. BIV	% N. BV
Raíz	0.60	0.66	0.77	0.83	0.94
Tallo	0.69	0.99	1.09	1.12	1.24
Hoja	2.12	2.46	2.76	2.77	3.19
Muestra	% P. BI	% P. BII	% P. BIII	% P. BIV	% P. BV
Raíz	0.11	0.13	0.12	0.13	0.16
Tallo	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14
Hoja	0.12	0.15	0.14	0.14	0.18
Muestra	% K. BI	% K. BII	% K. BIII	% K. BIV	% K. BV
Raíz	0.62	1.20	1.20	1.70	1.30
Tallo	0.70	1.30	1.30	1.40	1.60
Hoja	0.79	1.60	1.50	1.60	1.70

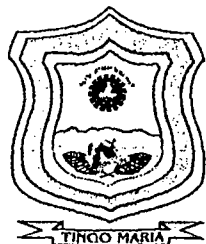
N, P, K = %

Nota: Muestra proporcionada por el interesado.



Luis Mansilla Minaya

Ing. Luis Mansilla Minaya
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562342 Anexo 283 Fax (064) 561156 Apto. 156



ANALISIS DE SUELOS

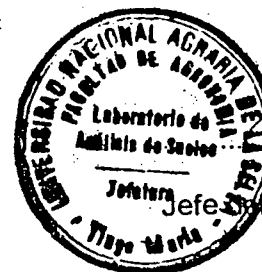
Procedencia:..... Vivero Forestal

Solicitante: Wellington Ortiz Cordova
RNR-C.F.

Número de Muestra		CE	ANALISIS MECANICO				pH	CO ₃ Ca	M.O.	N	P	K ₂ O	CAMBIABLES me/100 g									
Laborat.	Campo	mmh/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	1:1	%	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CiCe	% Bas.Cam	% Ac.Camb
M271-07	M1		48,0	26,0	26,0	Fo.Ar.Ao.	7,5	0,0	3,8	0,17	7,50	204	6,12	4,10	1,10	0,90	0,02				100,00	0,00

Observaciones : Muestras proporcionadas por el interesado

Fecha: Tingo Maria, 15 de Marzo del 2007



Ing. Luis Mansilla Minaya
Laboratorio de Análisis de Suelos

METODOS ANALÍTICOS

01. Análisis Mecánico. Textura por el método del hidrómetro.
02. Conductividad eléctrica (C.E) lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica.
03. pH método del potenciómetro, relación suelo agua 1:1.
04. Calcareo total: método gaso – volumétrico.
05. Materia orgánica: Método de Walkley y Black.
06. Nitrogeno total: % M.O. x 0.045
07. Fósforo disponible: Método de Olsen Modificado. Extracto NaHCO_3 0.5M, pH 8.5
08. Potasio disponible: Método de ácido sulfúrico 6N
09. Capacidad de intercambio catiónico: Método de Acetato de Amonio 1N. pH 7.0 (suelos con pH > 5.5

Ca : Absorción Atómica
Mg : Absorción Atómica
K : Absorción Atómica
Na : Absorción Atómica

10. C.I.C. Efectiva: Desplazamiento con Kcl 1 N (Suelos en pH < 5.5)
Aluminio mas Hidrógeno: Método de Yuan
Calcio más Magnesio: Método de E.D.T.A (Versenato)