

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA



**EFFECTO DE LAS ENMIENDAS EN EL SUELO ÁCIDO Y
FUENTES DE FÓSFORO EN EL CRECIMIENTO DE LA (*Guazuma
crinita, Mart.*) BOLAINA BLANCA, EN LA PROVINCIA DE
LEONCIO PRADO - TINGO MARÍA**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

LÓPEZ CÓRDOVA EDGAR

PROMOCIÓN: 2006 – II

Tingo María – Perú

2012

P35

L83

López Córdova, Edgar

Efecto de las Enmiendas en el Suelo Ácido y Fuentes de Fósforo en el Crecimiento de la (*Guazuma crinita*, Mart) Bolaina blanca en la Provincia de Leoncio Prado – Tingo María, 2008

44 h.; 19 cuadros; 8 fgrs.; 15 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Conservación de Suelos y Agua) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

1. SUELO ACIDO

2. CALCIO EN EL SUELO

3. FOSFORO EN EL SUELO

4. ENCALANTE

5. ENMIENDA

6. TRATAMIENTO.



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 10 de Octubre del 2007, a horas 11:00 a.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

"EFECTO DE LAS ENMIENDAS EN EL SUELO ÁCIDO Y FUENTES DE FÓSFORO EN EL CRECIMIENTO DE BOLAINA (*Guazuma crinita*, Mart.) EN LA PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - TINGO MARÍA"

Presentado por el Bachiller: **EDGAR LÓPEZ CÓRDOVA**, 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 CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 03 de abril del 2008.

.....
Ing. M.Sc. JOSE LEVANO CRISOSTOMO
Presidente

.....
Ing. M.Sc. FERNANDO GUTIÉRREZ HUAMÁN
Vocal

.....
Ing. ROBERTO OBREGÓN PEÑA
Vocal



.....
Ing. JAIME TORRES GARCÍA
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar al término de mi carrera anhelada.

A mis queridos padres Santiago López Rojas y Petronila Córdova Yglesias que con su apoyo moral, dedicación invaluable y sacrificio, hicieron posible la culminación de mi formación Profesional.

A mis hermanos Ronny, Andy Manuel.

A Carmen Rosa por su comprensión y amor incondicional; y a mi hijo Diego Fabricio que es la luz que alumbra mi futuro.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables y a su plana docente, que contribuyeron en mi formación profesional.

Al Ing. Jaime Torres García. Patrocinador de esta investigación, por su valiosa orientación técnica y científica en la culminación del presente trabajo y por la amistad durante mi carrera y la ejecución de la presente tesis.

Al Ing. Juan Pablo Rengifo Trigozo. CoPatrocinador de esta investigación, por su orientación técnica y revisión para la culminación del presente trabajo y por la amistad durante mi permanencia en la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

A los miembros integrantes del jurado: Ing. M.Sc. José Lévano Crisóstomo, Ing. Mg. Roberto Obregón Peña, Ing.MSc. Fernando Gutiérrez Huamán.

A mis amigos que me apoyaron en el trabajo de campo y elaboración del informe; Paco Del Castillo Salas, Iván Albornoz, Jorge Gracey, y a todas las personas que han colaborado en la realización de la presente tesis.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Bolaina blanca – (<i>Guazuma crinita Mart.</i>).....	3
2.1.1. Descripción de la especie	3
2.1.2. Fenología.....	4
2.1.3. Utilidad.....	5
2.1.4. Distribución geográfica y hábitat.....	5
2.1.5. Aspectos fisiológicos.....	5
2.1.6. Descripción de la semilla	6
2.1.6.1. Morfología.	6
2.1.6.2. Número de semillas por fruto	6
2.1.6.3. Número de semillas por kilogramo	6
2.1.6.4 Método de recolección	6
2.1.6.5. Tratamiento pre - germinativo	6
2.1.6.6. Germinación.....	6
2.1.6.7. Densidad siembra y momento oportuno de repique.....	7
2.1.6.8. Almacenamiento.....	7
2.2. Características de los suelos de la amazonía.....	7
2.3 El suelo.....	7
2.3.1.Acidez del suelo y encalado	8
2.3.2.Efecto de la enmienda	11
2.3.3.Efecto residual de la cal.....	12

2.4.	Consideraciones acerca de la acidez del suelo.....	13
2.5.	El fósforo en suelos ácidos.....	14
2.6.	El calcio (Ca) en el suelo.....	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1.	Ubicación del experimento.....	16
3.1.1.	Ubicación.....	16
3.1.2.	Historial de la zona en estudio.....	16
3.1.3.	Análisis de suelo.....	16
3.1.4.	Climatología.....	18
3.2.	Materiales.....	18
3.2.1	Materiales de campo.....	18
3.2.2	Fertilizantes y enmiendas.....	18
3.2.3	Material vegetativo.....	19
3.2.4	Materiales de laboratorio.....	19
3.3.	Componentes en estudio.....	19
3.4.	Tratamientos en estudio.....	19
3.5.	Diseño estadístico.....	20
3.6.	Parámetros evaluados.....	21
3.7.	Parámetros registrados.....	22
3.8.	Características de las parcelas y bloques.....	22
3.9.	Conducción del experimento.....	23
3.9.1.	En cuanto al cultivo instalado.....	23
3.10.	Plan de ejecución del experimento en la fase de campo.....	23
3.10.1.	Limpieza de terreno.....	23
3.10.2.	Muestreo inicial del suelo.....	23

3.10.3.Preparación del terreno	24
3.10.4.Efecto residual de las enmiendas	24
3.10.5.Siembra	24
3.10.6.Fertilización.....	24
3.10.7.Aplicación de pesticidas.....	24
3.10.8. Deshierbo	24
3.10.9.Muestreo final del suelo.....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	25
4.1. Características biométricas de la (<i>Guazuma crinita Mart.</i>) bolaina.....	25
4.1.1.Altura de planta.....	25
4.1.2.Diámetro de planta.....	30
4.1.3.Número de ramas de planta	35
V. CONCLUSIONES	39
VI. RECOMENDACIONES.....	40
VII. ABSTRACT.....	41
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
IX. ANEXO	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 . Análisis de caracterización del campo experimental antes de la realización del experimento.....	17
2 . Resultados finales del análisis de suelos del campo experimental de los tratamientos en estudio.....	17
3. Datos meteorológicos durante la ejecución del experimento	18
4. Tratamiento en estudio de las parcelas.....	20
5. Análisis de varianza (ANVA)	21
6. Descripción de los tratamientos en estudio.....	23
7. Etapas para la evaluación de la planta.....	23
8. Análisis estadístico de la altura de planta en la evaluación final de bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>)	25
9. Prueba de comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$), de altura de planta de la - "bolaina".....	26
10. Resumen del ANVA de las seis evaluaciones de la altura de planta de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>).....	27
11. Análisis estadístico del diámetro de planta final de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>).....	30
12. Resumen del ANVA de las seis evaluaciones en diámetro de planta de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>).....	33
13. Prueba de Duncan $\alpha = 0.05$, del diámetro de planta de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>).....	33

14. Análisis estadístico del número de ramas de planta final de bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>).....	35
15. Resumen del ANVA de las 6 evaluaciones en número de ramas de planta de bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>).....	36
16. Prueba de Duncan $\alpha = 0.05$, del número de ramas de planta de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>).....	37
17. Promedio de la altura de planta de bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>), sexta evaluación.....	46
18. Promedio del diámetro de planta de bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>), sexta evaluación.....	47
19. Promedio del número de ramas de planta de bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>), sexta evaluación.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Estructura del suelo.....	8
2. Promedio de la altura de planta de la evaluación final de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>)	26
3. Promedio de altura inicial y final de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>) durante el desarrollo del experimento.....	30
4. Promedio del diámetro de planta de la evaluación final de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>).....	31
5. Promedio del diámetro inicial y final de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>) durante el desarrollo del experimento.....	34
6. Promedio de número de ramas de planta de la evaluación final de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>).....	36
7. Promedio del número de ramas inicial y final de la bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>) durante el desarrollo del experimento.	37
8. Croquis de la parcela.....	49

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la parcela de Las Lomas en Afilador, fundamentalmente con la finalidad de evaluar los efectos de las enmiendas controladoras de acidez y fuentes de fósforo en el crecimiento de la Bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart.*), determinando la mejor fuente y nivel de material encalante que influye en el crecimiento de esta en un suelo ácido. El periodo de investigación se inició en el mes de noviembre del 2006 y culminó en marzo del 2007, tomando en consideración a partir del primer mes de evaluación hasta el final de la evaluación.

De acuerdo a los resultados obtenidos, bajo las condiciones en las que se realizó el experimento, se encontró que la enmienda y fuente de fósforo que tuvieron mejor comportamiento en crecimiento y desarrollo de la bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart.*), correspondió a la dosis de caliza 4tn/ha + roca fosfórica 30% de P_2O_5 equivalente a 160 kg/ha (T_{12}), puesto de manifiesto en los resultados obtenidos.

El uso de la caliza 4tn/ha + roca fosfórica 30% de P_2O_5 equivalente a 160 kg/ha (T_{12}), permitió el mejor desarrollo de la bolaina blanca (*Guazuma crinita Mart.*) alcanzando una altura de 23,97cm, con respecto al diámetro se obtuvo un promedio de 0,54 cm, y número de ramas en promedio de 10,93 equivalente a 11 ramas, que superan a los valores alcanzados por los otros tratamientos.

I. INTRODUCCIÓN

El potencial de la cuenca amazónica puede valorarse básicamente por los recursos naturales que posee y por la forma como el hombre aprovecha de ellos, y entre la riqueza natural más importante, más buscada y explotada en esta parte del país, figura el recurso suelo.

En la actualidad en la amazonía existe aproximadamente, en áreas deforestadas, 2.5 millones de ha, y 130 mil ha. de suelos degradados, todo esto debido a una alta tasa migratoria de campesinos, procedentes de la serranía del país, que se posesionan de las partes altas de las cuencas, cuyos suelos son escasos con total desconocimiento de su aptitud agronómica. Los factores que intervienen son el clima, la vegetación, la topografía, el suelo y el manejo por el hombre. Para poder conservar el suelo es necesario conocer cada uno de estos factores, tanto en forma individual como la interacción de todos ellos.

El presente trabajo de investigación incide en evaluar el comportamiento del crecimiento de la bolaina (*Guazuma crinita Mart.*) en suelos ácidos; evaluando al mismo tiempo fuentes y niveles de fósforo, pues la deficiencia de fósforo está muy relacionada con la acidez y la alta capacidad fijadora de fósforo de estos suelos. Considerando a la vez el empleo como fuente natural de calcio y fósforo, también busca demostrar que existe

influencia de fuentes y niveles de fósforo y calcio (caliza), en el crecimiento de bolaina (*Guazuma crinita Mart.*) y en la recuperación de suelos degradados.

La función de la cal es corregir la acidez del suelo para mejorar las condiciones físicas y microbiológicas del suelo, y también para incrementar la eficiencia de otros fertilizantes; y la función del fósforo es aumentar los niveles de fósforo en suelos y plantas, también ayuda mejorar el pH del suelo. Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas planteamos, en la presente investigación, los siguientes objetivos:

- Determinar la influencia de la cal, dolomita, roca fosfórica en el crecimiento en altura, diámetro y el número de ramas de bolaina (*Guazuma crinita Mart.*), en un suelo ácido.

- Determinar el efecto del superfosfato triple del calcio en el crecimiento en altura, diámetro y el número de ramas de bolaina (*Guazuma crinita Mart.*).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.)

Taxonomía

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógama
Sub división	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledónea
Sub clase	:	Dialipétala
Orden	:	Malvales
Familia	:	Sterculaceae
Género y especie	:	<i>Guazuma crinita</i> C. Martíus
Sinonimia	:	<i>Guazuma rosea</i> Poeppig
Nombres comunes (Perú)	:	bolaina blanca, bolaina
N. Comercial internacional	:	bolaina blanca

2.1.1. Descripción de la especie

Árbol: Puede alcanzar hasta 35 m de altura y 50 cm de diámetro; tronco circular, sin aletones. Copa plana o aparasolada, sobre el tercio superior. Defectos originados por la constitución anatómica de la especie, también dice que lleva medula incluida, duramen quebradizo, bandas anchas de parénquima,

grano inclinado, grano entrecruzado, nudos sanos o vivos, nudos huecos o muertos, nudos arracimados.

Corteza: Superficie del tronco grisácea, negrusca, 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 fibroso-laminar, ambas de color crema, oxidando a marrón oscuro después de unos segundos de ser expuestas al aire; exudan un mucílago incoloro.

Hojas: Simples, alternas, dispuestas en un sólo plano, con estípulas pequeñas y caducas; pueden alcanzar más de 15 cm de longitud; por la cara inferior, las hojas están densamente cubiertas de pelitos. Ramitas jóvenes cilíndricas, de color pardo.

Flores: Dispuestas en manojos en las axilas de las hojas o al final de las ramitas; flores de color rosado - lila.

Fruto: Globoso, de 5 - 6 mm de diámetro, cubierto de pelos largos, de 2 - 4 cm de longitud.

2.1.2. Fenología

FAO (1990) la floración ocurre entre la quincena de mayo a julio; y la aparición de semillas en la época seca, entre junio a agosto; la maduración entre agosto a setiembre y la diseminación de las semillas en octubre La

floración dura aproximadamente 2 meses y debido a su abundancia le otorga a la copa de árbol un color rosado suave. Posteriormente las flores caen y el árbol permanece solo con hojas por 3 a 4 semanas hasta que empiecen a aparecer los frutos, cubiertos por largos pelos marrones.

2.1.3. Utilidad

La corteza viva es usada como cordel para ataduras. La madera es usada en construcción rural y urbana, cajonería, carpintería en general, laminado, fabricación de mondadientes, paletas de chupetes, baja lengua, palos de fósforos, juguetería; es apta en pulpa para papel; presenta buen comportamiento al secado.

2.1.4. Distribución geográfica y hábitat

INIA (1996) señala que la distribución de la bolaina abarca los departamentos de Loreto, Ucayali, San Martín, Huánuco, Junín y Pasco, en bosques secundarios, a orillas de los ríos; a veces formando bosques naturales homogéneos. TANGO (1998), menciona que la bolaina blanca presenta buena regeneración en bosques secundarios de la zona tropical.

2.1.5. 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 por año de grosor, alcanzando al 8° y 9° año dimensiones aprovechables. La bolaina blanca requiere abundante luz, de lo contrario su crecimiento será lento. Esta es una especie típica de los bosques secundarios de la selva tropical del Perú.

2.1.6. Descripción de la semilla

2.1.6.1. Morfología

FAO (1990) es una especie forestal que presenta una semilla con embrión bien desarrollado. Presencia de endospermo carnoso formado por lípidos y proteínas, semillas pequeñas cuyas dimensiones son 1 mm de diámetro y 1 mm de altura.

2.1.6.2. Número de semillas por fruto

Entre 10 a 20 semillas por fruto.

2.1.6.3. Número de semillas por kilogramo

Aproximadamente 860,000 por kg (Entre 700,000 y 900,000 semillas).

2.1.6.4. Método de recolección

Necesariamente debe escalarse el árbol y cortar las ramas conteniendo los frutos, los cuales debido a estar cubiertos por pelos plumosos son fácilmente dispersados por el viento.

2.1.6.5. Tratamiento pre - germinativo

No se requiere de ninguno.

2.1.6.6. Germinación

Se inicia entre 7 y 15 días después del almacigado. Con semillas recién cosechadas, se obtiene un 30 y 60% de germinación.

2.1.6.7. Densidad de siembra y momento oportuno de repique

La densidad de siembra recomendable es de 10 g de semillas por metro cuadrado. Las plántulas se repican a los 35 ó 45 días, cuando tengan 7 a 9 hojitas.

2.1.6.8. Almacenamiento

La mejor temperatura de almacenamiento es a 25 °C, considerándose aceptable hasta los 8 meses, después de este tiempo, el porcentaje de germinación disminuye considerablemente. Las semillas de esta especie se pueden considerar moderadamente ortodoxa.

2.2. Características de los suelos de la Amazonía

El 75% de suelos de la Amazonía está dominado por suelos ácidos, infértiles, clasificados como Oxisoles y Ultisoles. Estos suelos son generalmente profundos, bien drenados, rojos o amarillentos, con propiedades favorables, pero muy ácidos y deficientes en nutrientes para las plantas. Aproximadamente un 90% de los suelos de la Amazonía, son deficientes en fósforo afortunadamente solo el 16% de estos suelos tienen capacidad para fijar grandes cantidades de fósforo en formas relativamente insolubles.

2.3 El suelo

El suelo recibe la acción de la lluvia y de la escorrentía superficial. Desde el punto de vista del control de la erosión, en el suelo interesan aquellas propiedades que incrementan su capacidad de infiltración, ya que es importante para reducir la escorrentía, y aquellas que aumentan la resistencia a su

dispersión y transporte. La textura según sea fina, media o gruesa modifica el grado de dispersión y transporte. La estructura en general afecta el grado de infiltración y la capacidad retentiva de humedad de un suelo. La profundidad del suelo condiciona la capacidad de ser erosionado y finalmente la permeabilidad del suelo influye sobre el drenaje.

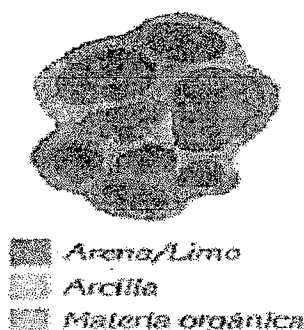


Figura 1. Estructura del suelo.

2.3.1. Acidez del suelo y encalado

Bajo condiciones de alta precipitación pluvial la percolación de agua a través del perfil es bastante intensa, de esta manera se lixivian gran cantidad de iones Ca, Mg, K y Na disueltos en la fase líquida del suelo. Estas bases son reemplazadas por iones H^+ en el complejo de intercambio catiónico, produciéndose paulatinamente una acidificación (BEAR, 1969). La acidez de los suelos es controlada principalmente por el aluminio cambiante y las reacciones de intercambio. En los suelos ácidos el aluminio activo es adsorbido por las arcillas en forma cambiante. De ahí pasa a la solución suelo de donde es absorbido, produciendo problemas de toxicidad, la toxicidad del aluminio se manifiesta ya sea en forma directa como alta concentración a nivel radicular o

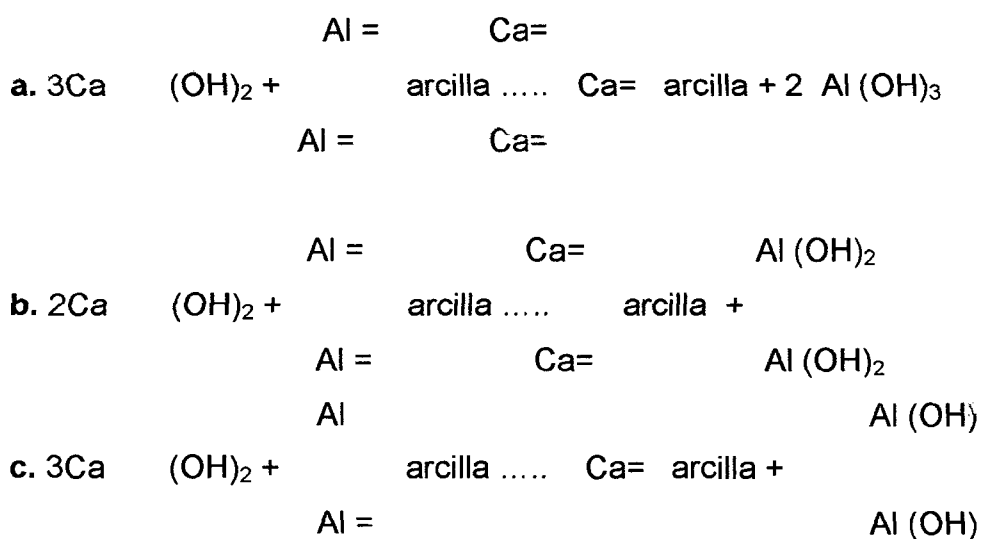
indirectas por precipitación de otros nutrientes básicos para el desarrollo vegetal (JACKSON, 1967).

Según BEAR, 1969 los iones hidrógeno que se acumulan en el suelo, tenderán a desplazar el aluminio del retículo cristalino de la arcilla, quedando formas de aluminio hidrolizados parcialmente o aluminio en forma cambiante que van generando más hidrógenos, aumentando la acidez de los suelos (TISDALE, 1970). El aluminio está presente en los suelos ácidos como ión trivalente cambiante, rodeado de seis moles de agua y formando compuestos de un número variable de hidróxidos.

El efecto directo del aluminio se presenta a nivel radicular por la naturaleza poco móvil del ión, como lo comprobaron numerosos investigadores, que hallaron ciertas relaciones entre el aluminio obtenido en la parte radicular (JACKSON, 1967). Los efectos indirectos de la alta concentración de aluminio, asociados a los suelos minerales ácidos, se notan por la disminución de la solubilidad del fósforo, calcio y magnesio interfiriendo en su absorción. La interacción con el fósforo de fosfatos es notoria puesto que puede precipitar a este nutriente en forma de fosfatos de aluminio a pH bajos, así como a nivel radicular impedir su translocación por lo que, en este último caso, la planta puede mostrar síntomas de deficiencias de fósforo, aunque se le provea este elemento (JACKSON, 1967 y RUSSELL, 1964).

En ciertos casos, el fósforo puede atenuar la acción tóxica del aluminio, especialmente cuando el suelo está provisto de una cantidad

apreciable de fósforo ya que, según JACKSON (1967) existe precipitación en el suelo a formas insolubles de fosfatos de aluminio. El calcio y el magnesio también tienen efecto neutralizante de la toxicidad del Aluminio. El encalado básicamente consiste en la adición de calcio al suelo, bajo forma de óxidos, hidróxidos o carbonatos (RUSSELL, 1964 y TISDALE 1970). Al incorporar calcio al suelo, las reacciones producidas desplazarán al aluminio adsorbido en las micelas. THOMAS (1950) al explicar la forma cómo actúa la cal, las siguientes reacciones, que ocurren hasta el desplazamiento total del aluminio de las arcillas:



Los compuestos de Aluminio de las formas $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ y $\text{Al}(\text{OH})^{++}$ pueden seguir generando acidez mientras que el $\text{Al}(\text{OH})_3$, es activamente neutro. En el campo el material más usado es el carbonato de calcio (CaCO_3), por su fácil manejo, usándose como patrón de comparación para los demás materiales. Se le conoce también como piedra caliza. Otros materiales de encalado son el óxido de calcio y el hidróxido de calcio. El óxido de calcio (CaO) conocido como cal viva, posee reacción violenta con el suelo,

corrigiendo la acidez rápidamente y su valor de encalado es de 1.78 veces más efectivo que las calizas, pero tienen desventajas en su manejo, por su causticidad y reacción violenta con el agua. El hidróxido de calcio o cal apagada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es de más fácil manejo, no reacciona violentamente como el óxido; es 1.35 veces más activo que la caliza (BEAR, 1969), la reacción es rápida, no desprendiendo calor en el suelo (TISDALE and NELSON, 1970).

2.3.2. Efecto de la enmienda

Los efectos de la enmienda están directamente relacionadas con la forma de aplicación, la cantidad, oportunidad, fuente empleada, etc., Entre los efectos benéficos del encalado, podemos resumir en los siguientes puntos (BEAR, 1969; THOMPSON, 1965).

a) Aumenta la solubilidad y disponibilidad de la mayoría de los nutrientes. Facilitando la absorción del fósforo para formar fosfatos de calcio solubles en condiciones ácidas. Incrementa la actividad microbiológica, acelerando la descomposición de la materia orgánica, que liberará nutrientes a formas minerales fácilmente aprovechables.

b) Disminuye la solubilidad de elementos tóxicos tales como aluminio, manganeso, hierro que en altas concentraciones tienen efectos negativos en el desarrollo vegetal.

c) Mejora la estructura del suelo por acción agregante de la cal sobre las partículas sueltas.

d) Influye sobre el desarrollo radicular aumentando la superficie de absorción de nutrientes.

e) Influye sobre la efectividad de los fertilizantes.

El sobre encalado puede traer numerosos problemas entre los cuales podemos citar:

a) Destrucción de la materia orgánica por aumento de la actividad microbiana. Esta pérdida debe ser restituida por lo que se impone incorporaciones de materia orgánica.

b) Un exceso de cal reduce la solubilidad del hierro, fósforo, manganeso, cobre, boro, zinc, magnesio y potasio ya que la mayoría de nutrimentos son pocos solubles a pH altos.

La práctica del encalado requiere cierta habilidad para efectuarla, además del buen conocimiento del suelo a tratar. Otra de las consideraciones a tener en cuenta es la verdadera necesidad de encalar ya que no siempre es necesario la aplicación de cal sobre todo en suelos donde el calcio está en cantidad normal (RUSSELL, 1964). Aún en suelos ácidos, si los cultivos se desarrollan normalmente sería inoperante la práctica del encalado sin un previo estudio económico.

2.3.3. Efecto residual de la cal

Se espera que el efecto del encalado en los suelos ácidos permanezca durante varios años. Existen dudas en cuanto a la duración de este efecto en aquellos suelos altamente meteorizados del trópico húmedo. El efecto posterior del encalado está condicionado al número de los factores que entre otros son el clima, suelo, materia orgánica, material encalante, cultivo y

tiempo. El clima, representado por la precipitación y temperatura, juega un rol importante en la continuidad de acción de la cal. En zonas de alta precipitación, la acción posterior de la enmienda se verá disminuida principalmente por la constante lixiviación del calcio y bases en general, hacia horizontes más profundos (BEAR, 1969; THOMPSON, 1965). El suelo comprende muchas características y de la relación entre ellos se podrá apreciar la acción residual de la cal. La textura es una propiedad física importante de la que depende, en gran parte la persistencia del calcio añadido. En suelos de textura gruesa, pobres en coloides, con una baja CIC el calcio añadido no podrá ser retenido en los escasos sitios de cambio pudiendo perderse rápidamente por lixiviación, no así en los suelos de textura media a fina, con mayor CIC que adsorberán más calcio impidiendo su lavaje (BEAR, 1969; THOMPSON, 1965).

La humedad del suelo influencia la velocidad de las reacciones químicas de las enmiendas aplicadas. En un suelo húmedo, la cal reaccionará más rápidamente que en un suelo seco; por ello en estas condiciones, la descomposición se acelera disminuyendo el efecto residual en corto tiempo (RUSSELL, 1964; THOMPSON, 1965). Otra característica importante es el tamaño de partícula o finura del material encalante; en general la reacción con el suelo es más rápida, cuanto más fino sea el material añadido, por ofrecer mayor superficie de contacto con el suelo (BEAR, 1969; TISDALE, 1970).

2.4. Consideraciones acerca de la acidez del suelo

BLACK (1975) la acidez del suelo está relacionada directamente con el contenido de aluminio cambiante en los suelos inorgánicos, mientras que

en los suelos orgánicos se encuentra relacionado con la liberación de iones hidrógeno por parte de los grupos funcionales de la materia orgánica, siendo una acidez del tipo no cambiabile.

2.5. El fósforo en suelos ácidos

TISDALE (1977) indica que, el fósforo total en la capa arable disminuye conforme aumenta la intensidad de la meteorización (a mayor meteorización, existe menor cantidad de fósforo), la función del fósforo es aumentar los niveles de fósforo en suelos y plantas, también ayuda mejorar el pH del suelo. Los Oxisoles y Ultisoles muy ácidos y meteorizados, generalmente tienen alta capacidad de fijación de fósforo, debido a que el aluminio intercambiable reacciona con los abonos fosfatados y forma compuestos que tienen la fórmula general, que se asemeja a la fórmula cristalina de la variscita, pero son más solubles.

Cuanto mayor sea el contenido de aluminio intercambiable mayor es la capacidad para fijar fósforo, pues el fósforo se precipita como fosfatos de aluminio. Una de las medidas para reducir la fijación de fósforo, se basa en el manejo de formas y niveles de aplicación de los fertilizantes fosforados, ya sea localizando dicha aplicación o incrementando los niveles de fósforo utilizados. La principal fuente de fósforo en el suelo proviene de los materiales parentales como el mineral apatita el cual al ser meteorizado libera en la solución del suelo fósforo, calcio, fluor y cloro para que sean aprovechados por las plantas. Otras fuentes de fósforo en el suelo son la materia orgánica (fósforo orgánico). El fósforo elemental por ser un elemento químicamente muy reactivo, solo se

encuentra en el suelo formando compuestos con otros elementos como el calcio, hierro, aluminio y manganeso que luego liberan fósforo en las formas de iones ortofosfato primario (H_2PO_4^-) y ortofosfato secundario ($\text{HPO}_4^{=}$), ambos presentes en pequeñas cantidades en la solución del suelo. En el suelo ocurren procesos en los cuales el fósforo orgánico es transformado a inorgánico, disponible para las plantas, principalmente por a la acción de microorganismos que descomponen la materia orgánica.

2.6. EL calcio (Ca) en el suelo

ZAVALETA (1992) señala que la naturaleza del calcio es mineral, la principal fuente son los feldespatos, la apatita, la dolomita y la calcita. En el suelo se presenta como carbonato de calcio o sulfato de calcio. También se presenta formando puentes entre montmorillonita con la materia orgánica y como catión intercambiable Ca^{2+} en la solución del suelo en donde es el elemento predominante. La planta lo toma como Ca^{2+} . La función de la cal es corregir la acidez del suelo para mejorar las condiciones físicas y microbiológicas del suelo, y también para incrementar la eficiencia de otros fertilizantes. Su ciclo es muy similar al del potasio pero el Ca^{2+} no se fija en las arcillas solo se adsorbe fuertemente y no es fácilmente lixiviado. Es poco móvil en el floema de las plantas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de bajo Afilador en el kilómetro 2, carretera Tingo María - Huánuco (Las Lomas), distrito de Rupa Rupa - Tingo María, Provincia de Leoncio Prado, región Huánuco ubicado en las siguientes coordenadas geográficas:

Norte : 0392586, Este: 8973130 y Altitud: 660 m.s.n.m

Zona de vida: Bosque muy húmedo sub Tropical – premontano, según Holdrige. Es un lugar con relieve ligeramente ondulado, pendiente 15 °.

3.1.2. Historial de la zona en estudio

La zona del trabajo de investigación, se caracteriza por tener cobertura de pastos naturales característicos de suelos degradados ex – cicales, con presencia de cashaucsha (*Imperata cylindrica*), y algunas plantas de coca (*Erythroxylon coca*).

3.1.3. Análisis de suelo

El presente trabajo de investigación se encuentra en suelos degradados, color rojizo, textura arcillosa, permeabilidad lenta, presencia de erosión laminar. Se sacaron muestras de suelo, provenientes de los 3 bloques,

cada bloque con 17 parcelas que hacen un total de 51 parcelas en total de experimentación, muestreando el área en forma de sig sag, a una profundidad de 10 cm, para posteriormente ser secadas al medio ambiente, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Cuadro 1. Análisis de caracterización del campo experimental antes de la realización del experimento

Número de Muestra		Análisis mecánico			pH	M.O.	N	P	K ₂ O	Cambiables			me/100 g		Bases Cambiables	
Laborat.	Campo	Arena	Limo	Arcilla	Textura	1:1	%	%	ppm	kg/ha	Ca	Mg	K	Al	CIC _e	Na
		%	%	%												H
M481-06	M1	45.0	39.0	16.0	Franco	4.2	4.1	0.18	5.20	120	2.70	0.80	3.70	0.00	40.70	

En el Cuadro 1 se observa que los suelos, son fuertemente ácidos en los tres bloques, presentan una textura franco arenoso, con un nivel alto de materia orgánica y nitrógeno en promedio; así mismo el contenido de fósforo es medio en los tres bloques y el contenido de potasio es bajo, así como la CIC_e.

Cuadro 2. Resultados finales del análisis de suelos del campo experimental de los tratamientos en estudio

Número de Muestra		Análisis mecánico			pH	M.O.	N	P	K ₂ O	Cambiables			me/100 g		Bases Cambiables	
Laborat.	Campo	Arena	Limo	Arcilla	Textura	1:1	%	%	ppm	kg/ha	Ca	Mg	K	Al	CIC _e	Na
		%	%	%												H
M458-06	M2	64.0	21.0	15.0	FoAo	6.2	4.4	0.20	11.30	316	3.80	1.10	0.00	5.70	100.00	

3.1.4. Climatología

Las condiciones climáticas en la que se enmarca el lugar de estudio, según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), corresponde a una precipitación promedio anual es de 3300 mm., temperatura media anual de 25.5 °C y humedad relativa promedio de 85%. Según Holdridge, la zona en estudio esta descrito como Bosque muy húmedo sub. Tropical premontano.

Cuadro 3. Datos meteorológicos durante la ejecución del experimento

Fecha	T ^o máxima (°C)	T ^o mínima (°C)	T ^o media (°C)	HR (%)	PP (mm)	HL (hora)
Noviembre/2006	29.6	20.7	25.1	85	488.9	125.9
Diciembre/2006	29	21	25	87	600.7	100.4
Enero/2006	29.3	21.3	25.3	88	539.7	114.1
Febrero/2006	29.2	21.1	25.1	88	263.9	95.4
Marzo/2006	29.1	20.8	24.9	88	437.6	109.4
Abril/2006	30	20.9	25.4	86	305.6	152.3

Fuente: Estación Meteorológica José A. Quiñones, 2007

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de campo

Machete, pala, cavadora, wincha, cordel, estacas, mochila, pesticidas, GPS, Vernier.

3.2.2. Fertilizantes y enmiendas

Dolomita, cal apagada, superfosfato triple de calcio, roca fosfórica.

3.2.3. Material vegetativo

Planta de bolaina (*Guazuma crinita Mart.*)

3.2.4. Materiales de laboratorio – UNAS

Reactivos para el análisis físico – químico de suelos.

3.3. Componentes en estudio

Factor A

Fuente de la cal

- | | |
|----|------------------------|
| A1 | Caliza CaCO_3 |
| A2 | Dolomita |

Fuentes de fósforo

- | | |
|----|---|
| A3 | Super fosfato triple de calcio 46% P_2O_5 |
| A4 | Roca fosfórica 30% P_2O_5 |

Factor B

Niveles

- | | |
|----|---|
| B1 | 2 Tn /Ha + STCa 80 Kg P_2O_5 /Ha |
| B2 | 4 Tn /Ha + STCa 160 Kg P_2O_5 /Ha |
| B3 | 2 Tn /Ha + RF160 Kg P_2O_5 /Ha |
| B4 | 4 Tn /Ha + RF80 Kg P_2O_5 /Ha |

3.4. Tratamientos en estudio

En el Cuadro 4, se muestra la descripción de los diferentes tratamientos utilizados en el presente experimento:

Cuadro 4. Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Dosis
T ₁ Calcio + Super Fosfato Triple de calcio	2 Tn /Ha + 80
T ₂ Calcio + Super Fosfato Triple de calcio	4 Tn /Ha + 80
T ₃ Calcio + Super Fosfato Triple de calcio	2 Tn /Ha + 160
T ₄ Calcio + Super Fosfato Triple de calcio	4 Tn /Ha + 160
T ₅ Dolomita + Super Fosfato Triple de calcio	2 Tn /Ha + 80
T ₆ Dolomita + Super Fosfato Triple de calcio	4 Tn /Ha + 80
T ₇ Dolomita + Super Fosfato Triple de calcio	2 Tn /Ha + 160
T ₈ Dolomita + Super Fosfato Triple de calcio	4 Tn /Ha + 160
T ₉ Calcio + Roca Fosfórica	2 Tn /Ha + 80
T ₁₀ Calcio + Roca Fosfórica	4 Tn /Ha + 80
T ₁₁ Calcio + Roca Fosfórica	2 Tn /Ha + 160
T ₁₂ Calcio + Roca Fosfórica	4 Tn /Ha + 160
T ₁₃ Dolomita + Roca Fosfórica	2 Tn /Ha + 80
T ₁₄ Dolomita + Roca Fosfórica	4 Tn /Ha + 80
T ₁₅ Dolomita + Roca Fosfórica	2 Tn /Ha + 160
T ₁₆ Dolomita + Roca Fosfórica	4 Tn /Ha + 160
T ₁₇ Testigo	0 - 0

$4 \times 4 = 16 + 1 \text{ tratamiento} = 17 \text{ unidades experimentales} \times 3 \text{ bloques}$

3.5. Diseño estadístico

Se utilizó el experimento factorial de bloques completamente al azar con 3 repeticiones de muestra, por cada planta.

Factor A : Fuente del sustrato

Factor B : Niveles de la fuente

El experimento constó de 17 tratamientos por bloque, y 51 unidades experimentales en total.

Cuadro 5. Análisis de varianza (ANVA)

F.V.	G.L.
Bloque	$r - 1$
Tratamiento	$T - 1$
A	$A - 1$
B	$B - 1$
AxB	$(A - 1)(B - 1)$
E.E	$(Tr - 1) - (r - 1) - (T - 1)$
TOTAL	$(Tr) - 1$

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + (A \times B)_{ij} + \text{Bloq } k + E_{ij}(k)$$

Y_{ijk} = Variable respuesta que corresponde a la k – esima repetición del i – esimo nivel del factor A y al j – esimo nivel del factor B

U = Efecto de la media poblacional

A_i = Efecto del i – esimo nivel del factor A

B_j = Efecto del j – esimo nivel del factor B

$(A \times B)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre los niveles de los factores AB

Bloq k = Efecto del k – esimo bloque

$E_{ij}(k)$ = Error experimental

3.6. Parámetros evaluados

3.6.1. Altura de planta

La altura de planta se evaluó, desde los 5 cm del suelo hasta la parte final de la yema de la planta.

3.6.2. Diámetro de la planta

Se evaluó a los 5 cm del suelo en diámetro, utilizando el vernier.

3.6.3. Número de ramas laterales

El número de ramas se evaluó mediante el conteo de todas las ramas laterales.

3.7. Parámetros registrados

- Fecha de fertilización 19/10/2006
- Fecha de siembra 17/11/2006
- Fecha de control de plagas y enfermedades 05/12/2006 - 10/02/2007
- Análisis de suelo, se realizó en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.8. Características de las parcelas y bloques

BLOQUE I	T1	T3	T7	T2	T4	T6	T11	T5	T14
	T13	T15	T17	T10	T8	T12	T9	T16	
BLOQUE II	T16	T11	T8	T13	T10	T7	T4	T9	T1
	T12	T6	T3	T17	T14	T5	T2	T15	
BLOQUE III	T6	T3	T12	T1	T16	T2	T14	T11	T7
	T9	T4	T13	T17	T10	T5	T15	T8	

3.9. Conducción del experimento

3.9.1. En cuanto al cultivo instalado

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos en estudio

Bloque	Tratamiento	Descripción
I II III	Bolaina (<i>Guazuma crinita Mart.</i>)	Sembrado por bloques, se hicieron 3 bloques, cada bloque con 17 parcelas, cada parcela con 6 plantas de bolaina con un distanciamiento de 2 metros entre planta, con un total de 102 plantas por bloque, y un distanciamiento de 2 metros por parcela.

Cuadro 7. Etapas para la evaluación de la planta

Etapas (Meses)	Descripción
Cada mes se fue evaluando los parámetros de altura de planta, diámetro de planta, número de ramas durante seis meses.	En esta etapa se empezó con las evaluaciones de altura de planta, diámetro de planta, número de ramas.

3.10. Plan de ejecución del experimento en la fase de campo

3.10.1. Limpieza del terreno

Labor realizada en forma manual utilizando machete y azadón, donde el rastrojo se incorporó al momento de preparar el terreno. Esta labor se llevó a cabo el 17 de setiembre.

3.10.2. Muestreo del suelo inicial

Se realizó el 18 de setiembre, con la ayuda del tubo muestreador del Laboratorio del Suelos de la UNAS.

3.10.3. Preparación del terreno

Se realizó con la ayuda de herramientas como pala y azadón. Efectuándolo entre el 09 al 14 de octubre de 1996.

3.10.4. Efecto residual de las enmiendas

Después de la aplicación de las enmiendas se dejó un descanso durante 29 días, antes de la siembra.

3.10.5. Siembra

Se realizó la siembra en forma manual con la ayuda del azadón, colocando 6 plantas por parcela, a los 29 días de aplicada las enmiendas.

3.10.6. Fertilización

Esta labor se realizó el 19 de octubre del 2006.

3.10.7. Aplicación de pesticidas

Se realizó a los 10 y 25 días después de la siembra, aplicando un insecticida (Monitor) y fungicida (Pentacloro), de manera preventiva al ataque de plagas y enfermedades.

3.10.8. Deshierbo

Esta labor se realizó en dos oportunidades: la primera el 12 de enero y la segunda el 08 de marzo del 2007. Utilizando herramientas: machete y azadón.

3.10.9. Muestreo final del suelo

Se realizó el 26 de abril con la ayuda del tubo muestreador.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características biométricas de la bolaina (*Guazuma crinita Mart.*)

4.1.1. Altura de planta

De acuerdo a lo observado en el Cuadro 8, si existe diferencia estadística en el comportamiento de las unidades experimentales. Lo cual también sucede lo mismo a nivel de factores, existiendo un comportamiento altamente significativo entre ellos; es decir, que todos los tratamientos se comportaron de manera diferente con respecto al parámetro altura de planta, cuando se aplican los sustratos a la bolaina blanca.

Cuadro 8. Análisis estadístico de la altura de planta, evaluación final de bolaina (*Guazuma crinita Mart.*)

F. de Variación	GL	SC	CM	F _{cal}	Sig.
Bloques	2	1,4011	0,7005	6,54	0,0042as
Tratamientos	16	32,8433	2,0527	19,16	0,0001as
A	4	4,0497	1,3499	12,61	0,0001as
B	3	7,4416	2,4805	23,16	0,0001as
AxB	9	3,7778	0,4197	3,92	0,0019as
Error Experimental	32	3,4268	0,1071		
Total	50	35,6605			

CV(%) = 1,451 %; as: altamente significativo

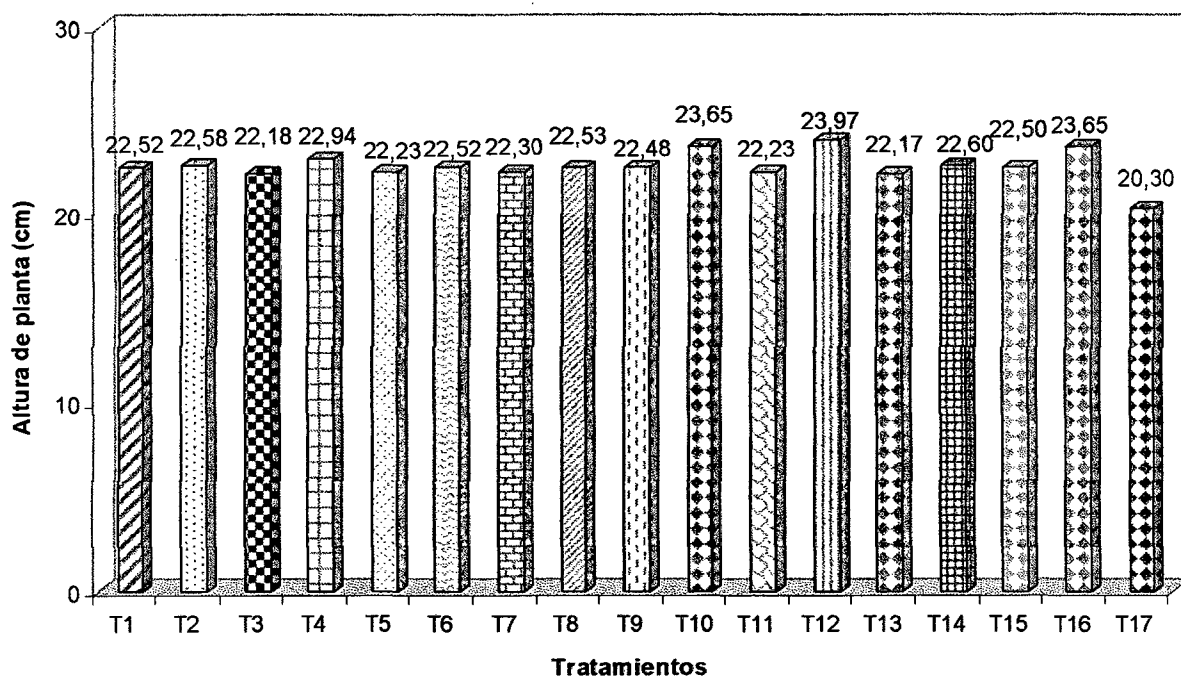


Figura 2. Promedio de la altura de planta de la evaluación final de la bolaina - *Guazuma crinita*

Cuadro 9. Prueba de comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$), de altura de planta de la bolaina – *Guazuma crinita*

Nº	Tratamientos	Promedios (cm)	Significación	
1	T ₁₂	23,97	a	
2	T ₁₀	23,65	a	b
3	T ₁₆	23,65		b
4	T ₄	22,94	c	
5	T ₁₄	22,60	c	d
6	T ₂	22,58	c	d
7	T ₈	22,53	c	d
8	T ₆	22,52	c	d
9	T ₁	22,52	c	d
10	T ₁₅	22,50	c	d
11	T ₉	22,48	c	d

12	T7	22,30	c	d
13	T5	22,23		d
14	T11	22,23		d
15	T3	22,18		d
16	T13	22,17		d
17	T17	20,30		e

En el Cuadro 9, de la prueba de duncan con $\alpha=0.05$ (nivel de confianza del 95%), se aprecia el comportamiento de los diferentes tratamientos (combinación del factor A: sustratos y del factor B: niveles del sustrato); observándose que no existen diferencias estadísticas a nivel de los tratamientos T₁₂, T₁₀. Esto se puede corroborar observando la Figura 2 (promedio de altura de planta, T₁₂ = 23,97 cm y T₁₀ = 23,64 cm), donde los promedios finales de altura de la bolaina son numérica y estadísticamente iguales; lo que quiere decir que la influencia de los tratamientos frente a este parámetro fue relativamente similar, pero con respecto a los demás tratamientos son diferentes.

Cuadro 10. Resumen del ANVA de las seis evaluaciones de la altura de planta, realizadas durante el periodo de desarrollo del experimento con aplicaciones al suelo de enmiendas y fuentes de fósforo como factor de influencia sobre el desarrollo de la bolaina - Guazuma crinita

F. de Variación	GL	CM					
		1 ^{ra} evaluación	2da evaluación	3ra evaluación	4ta evaluación	5ta evaluación	6ta evaluación
Bloques	2	0,0255ns	0,0176ns	0,0591ns	0,1481ns	0,2045s	0,7005as
Tratamientos	16	0,0757ns	0,0718as	0,2783as	0,7341as	1,6909as	2,0527as
Error Experimental	32	0,0712	0,0143	0,0380	0,0556	0,1959	0,1151
Total	50						
	cv=	2.239%	0.903%	1.293%	1.335%	2.172%	1.504%

Por otra parte, con respecto al tratamiento testigo (T_{17}), este manifestó un menor promedio final de altura de planta con respecto a los demás tratamientos. Los demás tratamientos en estudio difieren significativamente entre ellos, como se puede observar en el Cuadro 9 y Figura 2.

Altas dosis en forma proporcional a la aplicación de las enmiendas y fuentes de fósforo aplicados a un suelo ácido, sin aplicar un exceso; permite un rápido crecimiento a la planta una vez que estos reaccionen en el suelo, tal como lo señala BEAR (1969) y RUSSELL (1964), corroborando los resultados obtenidos. También para suelos muy ácidos, si los cultivos se desarrollan normalmente sería inoperante la aplicación de enmiendas y fuentes de fósforo sin antes haber realizado un previo estudio económico. Este resultado fue favorecido por el T_{12} debido a que la enmienda está directamente relacionada con la forma de aplicación, la cantidad, oportunidad, fuente empleada, etc., entre las posibles explicaciones de los efectos benéficos del encalado, se puede resumir los siguientes puntos: aumentó la solubilidad y disponibilidad de la mayoría de los nutrimentos (AZABACHE, 1991); se añadió calcio y magnesio al suelo, facilitando la absorción del fósforo para formar fosfato (BUCKMAN y BRADY, 1977); facilitó la absorción del fósforo para formar fosfato de calcio soluble en condiciones ácidas (BLACK, 1975), incrementó la actividad microbiológica, acelerando la descomposición de la materia orgánica, lo que liberó nutrimentos a forma de minerales fácilmente aprovechables (BEAR, 1969). También se sabe que un exceso de caliza reduce la solubilidad del Hierro, Fósforo, Manganeso, Cobre, Boro, Zinc, Magnesio y Potasio ya que la mayoría de nutrimentos son pocos solubles a pH altos (AZABACHE, 1991), lo

cual se controló estas variables en estudio; estos elementos y comportamientos hicieron que la especie *bolaina* gane altura mucho más rápido en comparación de los demás tratamientos, donde el calcio ayudó a neutralizar el suelo, con la finalidad de aumentar la solubilidad de los minerales, lo cual fueron aprovechados directamente como nutrientes de la planta.

En el Cuadro 10, resumen del análisis de variancia de las seis evaluaciones realizadas del parámetro altura de planta, se observa que a nivel de bloques hasta la cuarta evaluación no presentan significación estadística alguna, mientras que en la quinta y sexta evaluación presenta significancia estadística, es decir, que el experimento a medida que pasaba el tiempo fue cambiando en los diferentes bloques. Con respecto a nivel de tratamientos, se observa que en la primera evaluación no presentaron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, las evaluaciones posteriores presentan diferencias significativas en el comportamiento de los tratamientos por influencia de las enmiendas y fuentes de fósforo empleadas, lo cual se manifiesta en el promedio de las alturas de las plantas evaluadas.

En la Figura 3, se aprecia las alturas iniciales y finales; este parámetro, inicialmente no presentan un comportamiento diferente entre ellas. Sin embargo durante el desarrollo del experimento, y basándonos en el resultado final, se aprecia que la variación entre tratamientos con respecto a la altura fue alterada por influencia de las enmiendas y fuentes de fósforo empleados, corroborado por BLACK (1975).

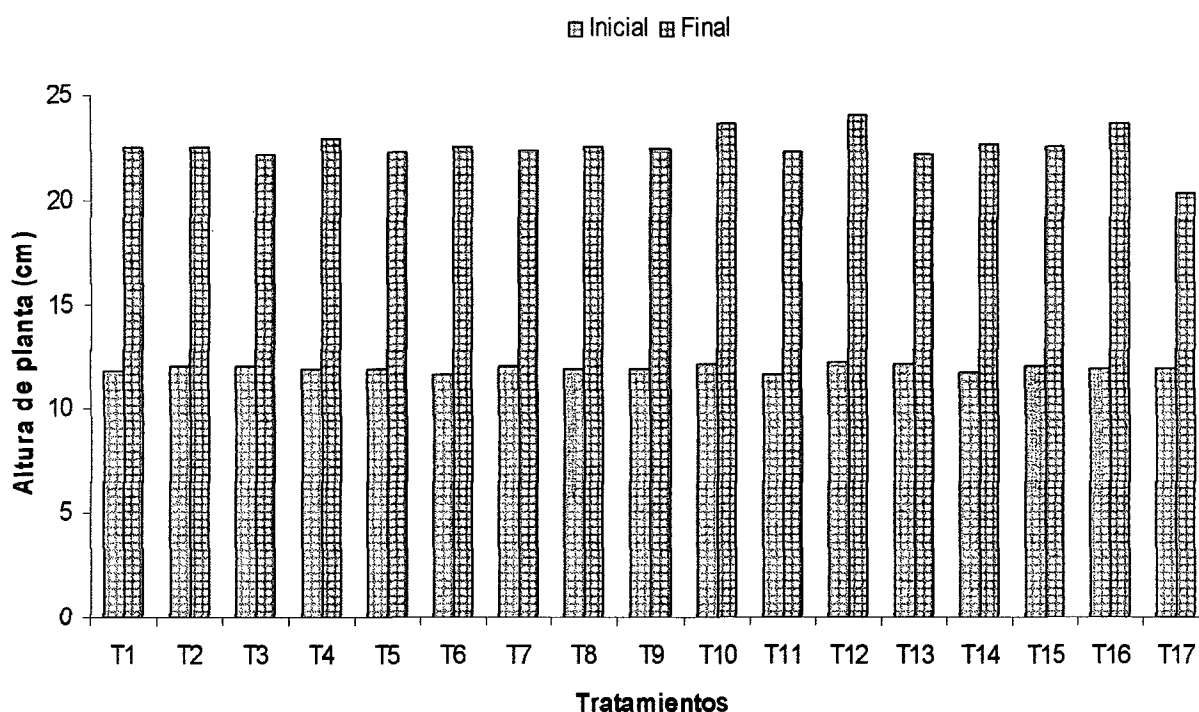


Figura 3. Promedio de altura inicial y final de la bolaina - *Guazuma crinita* durante el desarrollo del experimento

4.1.2. Diámetro de planta

Cuadro 11. Análisis estadístico del diámetro de planta final de la bolaina - *Guazuma crinita*

F.de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Sig.
Bloques	2	0,0038	0,0019	6,57	0,0041as
Tratamientos	16	0,0263	0,0016	5,48	0,0001as
A	4	0,0065	0,0021	7,47	0,0006as
B	3	0,0098	0,0033	11,29	0,0001as
AxB	9	0,0030	0,0003	1,16	03535ns
Error Experimental	32	0,0093	0,0003		
Total	50	0,0093			

CV (%) = 3.518 %; as: altamente significativo; ns: no significativo

En el Cuadro 11, del análisis de variancia de los resultados finales del diámetro de bolaina se puede observar que el coeficiente de variabilidad es de 3,518 %, que se considera dentro del rango de excelente homogeneidad, lo cual da confiabilidad en los resultados obtenidos, ya que no existió variación relevante en las muestras. Con respecto a los tratamientos, se puede apreciar que existieron diferencias estadísticas entre ellas con respecto al comportamiento final, manifestándose en diferencias de diámetros. En la Figura 4, se muestra las diferencias producidas por efecto de los diferentes tratamientos, los que se manifestaron en el diámetro de planta de bolaina.

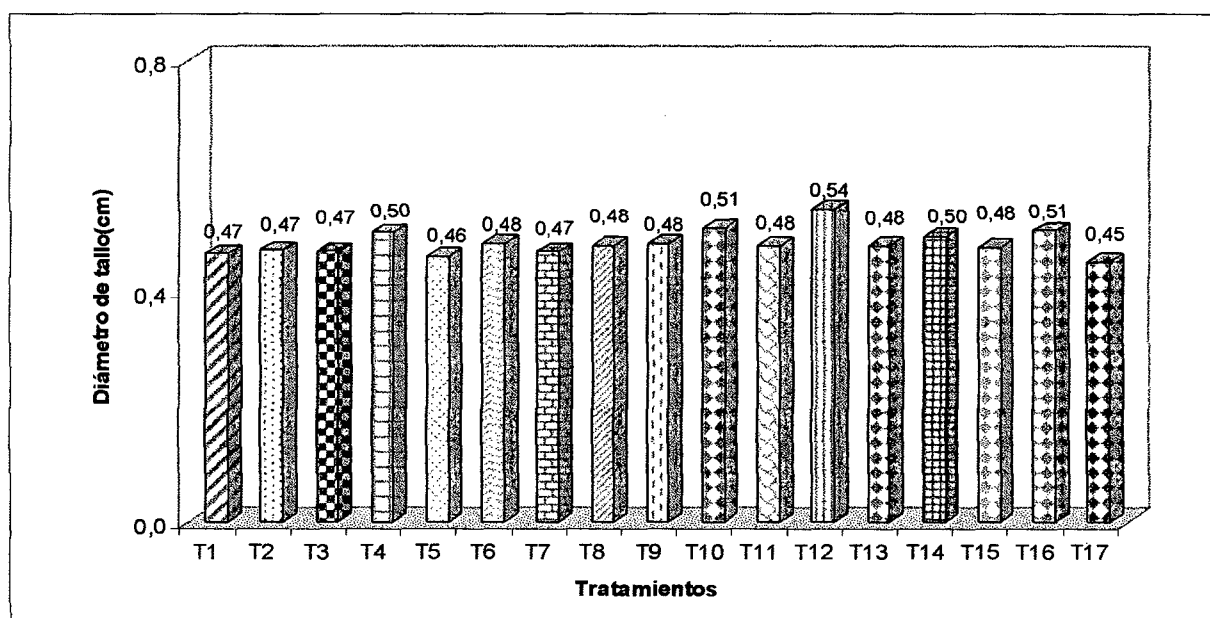


Figura 4. Promedio del diámetro de planta de la evaluación final de la bolaina - Guazuma crinita

En el Cuadro 12, se muestra el resumen de los análisis de variancia de las diferentes evaluaciones (primera a sexta evaluación) donde se evaluó el comportamiento en diámetro de la planta de bolaina frente a la aplicación de las diferentes enmiendas de fuentes de fósforo empleados (tratamientos, factor A:

sustratos y factor B: niveles de los sustratos), se observa que a nivel de tratamientos desde la primera a la cuarta evaluación no existe diferencias estadísticas entre ellas, sin embargo desde la quinta a la sexta evaluación si existe diferencia estadística en el diámetro final de la planta de bolaina blanca; lo cual quiere decir, que uno o más de los tratamientos reaccionó cambiando la variable explicativa el comportamiento de la planta y se manifestó en este parámetro evaluado. Con respecto al coeficiente de variabilidad mostrado en el Cuadro 12, todas las evaluaciones a excepción de la tercera (13,575) muestran muy buena homogeneidad, presentaron un coeficiente dentro del rango de 2,493 – 5,621, que indica una excelente homogeneidad.

El uso de la caliza 4tn/ha + roca fosfórica 30% de P_2O_5 equivalente a 160 kg/ha (T_{12}) ha permitido un mejor desarrollo en diámetro de la planta de bolaina – *Guazuma crinita* en fase de campo evaluados cada mes durante seis meses; una de las posibles explicaciones es que la acidez de los suelos es principalmente por el aluminio cambiante y las reacciones del intercambio catiónico (BLACK, 1975), lo cual no favorecen en la solubilidad de los minerales primarios; en los suelos ácidos el aluminio activo es absorbido por las arcillas en forma cambiante (AZABACHE, 1991), lo cual la solución de suelo es absorbido, produciendo problemas de toxicidad en la bolaina, por lo tanto afectando el incremento de diámetro; la toxicidad del aluminio se manifiesta ya sea en forma directa como alta concentración a nivel radicular o indirectas por precipitación de otros nutrientes básicos para el desarrollo vegetal (BUCKMAN, y BRADY, 1977); sin embargo el calcio como enmienda ha ayudado a neutralizar el suelo, con la finalidad de aumentar la solubilidad de los minerales

primarios y secundarios (DEMOLON, 1965), ello ha permitido que la planta se nutra eficientemente por los minerales habidos en el suelo.

Cuadro 12. Resumen del ANVA de las seis evaluaciones en diámetro de planta realizadas durante el periodo de desarrollo del experimento con aplicaciones al suelo de enmiendas y fuentes de fósforo como factor de influencia sobre el desarrollo de la bolaina- Guazuma crinita

F.de Variación	GL	CM					
		1 ^{ra}	2da	3ra	4ta	5ta	6ta
		evaluación	evaluación	evaluación	evaluación	evaluación	evaluación
Bloques	2	0,0001ns	0,0039 as	0,0189 s	0,0016 s	0,0020 s	0,0019 as
Tratamientos	16	0,0004ns	0,0003 s	0,0042 ns	0,0006 ns	0,0006 s	0,0016 as
Error Experimental	32	0,0003	0,0001	0,0036	0,0003	0,0003	0,0003
Total	50						
	cv=	5,621%	2,493%	13,575%	3,537%	3,670%	3,518%

Cuadro 13. Prueba de Duncan $\alpha = 0.05$, del diámetro de planta de la bolaina - Guazuma crinita

Nº	Tratamientos	Promedios (cm)	Significación
1	T ₁₂	0,54	
2	T ₁₀	0,51	a
3	T ₁₆	0,51	a b
4	T ₁₄	0,50	a b c
5	T ₄	0,50	a b c d
6	T ₂	0,50	a b c d e
7	T ₈	0,48	a b c d e
8	T ₆	0,48	a b c d e
9	T ₉	0,48	a b c d e
10	T ₁₁	0,48	a b c d e
11	T ₁₃	0,48	a b c d e

12	T15	0,48	a	b	c	d	e
13	T1	0,47			c	d	e
14	T3	0,47			c	d	e
15	T7	0,47			c	d	e
16	T5	0,46					
17	T17	0,45					

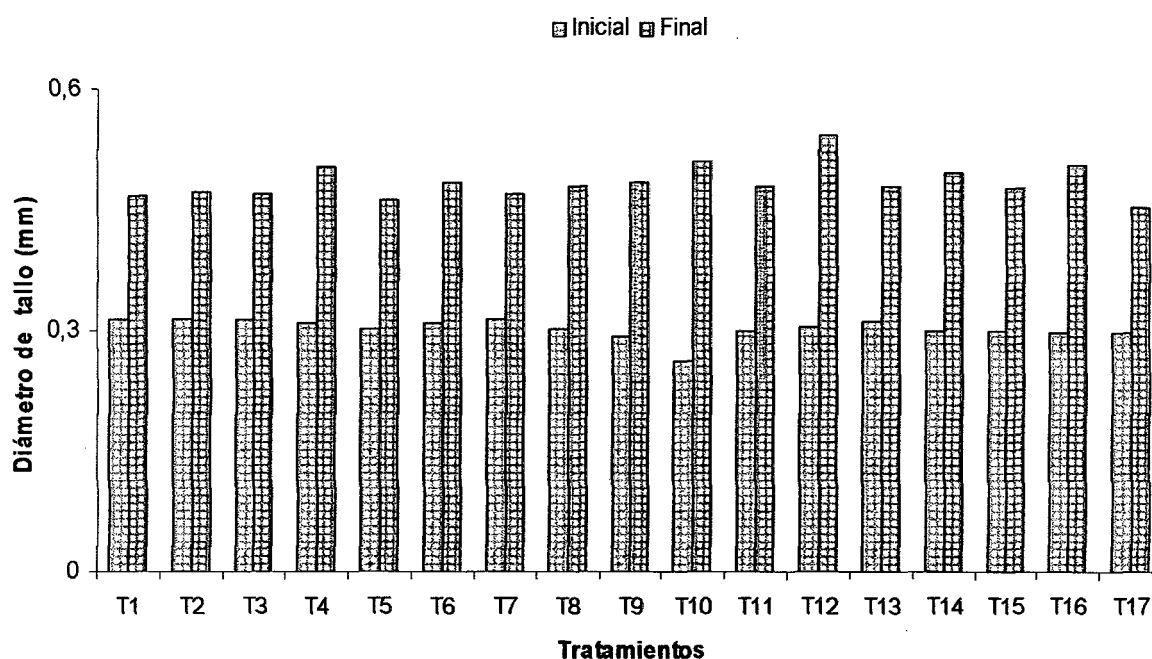


Figura 5. Promedio del diámetro inicial y final de la bolina - *Guazuma crinita* durante el desarrollo del experimento

En el Cuadro 13 de la prueba de Duncan con un nivel de significación de $\alpha = 0.05$, se observa que existe diferencia estadística a nivel de todos los tratamientos, con respecto al T₁₂, ya que fue el que supera estadísticamente a los demás tratamientos, que alcanzó un resultado promedio de 0,54 cm. De diámetro seguido de cerca por los tratamientos T₁₀ y T₁₆. En tanto que el testigo alcanzó un diámetro de 0,45 cm. ubicándose en el último lugar. Sin embargo los tratamientos que se comportaron estadísticamente igual

se manifiestan en el Cuadro 13, los cuales se encuentran agrupados con las letras minúsculas mencionadas en dicho cuadro.

4.1.3. Número de ramas de planta

En el Cuadro 14, del análisis de variancia de los resultados finales del diámetro de bolaina se puede observar que el coeficiente de variabilidad es de 5,697 %, que se considera dentro del rango de excelente homogeneidad, lo cual da confiabilidad en los resultados obtenidos, ya que no existió variación relevante en las muestras. Con respecto a los tratamientos, se puede apreciar que existieron diferencias estadísticas entre ellas con respecto al comportamiento final (cuarta a la sexta evaluación), manifestándose en diferencias de número de ramas. En la Figura 6, se muestra las diferencias producidas por efecto de los diferentes tratamientos, los que se manifestaron en el número de ramas de las plantas de bolaina.

Cuadro 14. Análisis estadístico del número de ramas de planta final de bolaina- Guazuma crinita

F. de Variación	GL	SC	CM	Fcal	Sig.
Bloques	2	0,7751	0,3875	1,41	0,2593ns
Tratamientos	16	34,8799	2,1799	7,92	0,0001as
A	4	7,3951	2,4651	8,96	0,0002as
B	3	16,4414	5,4805	19,91	0,0001as
AxB	9	3,9313	0,4368	1,59	0,1613ns
Error Experimental	32	8,8063	0,2752		
Total	50	43,6863			

CV (%) = 5.697 %; as: altamente significativo; ns: no significativo

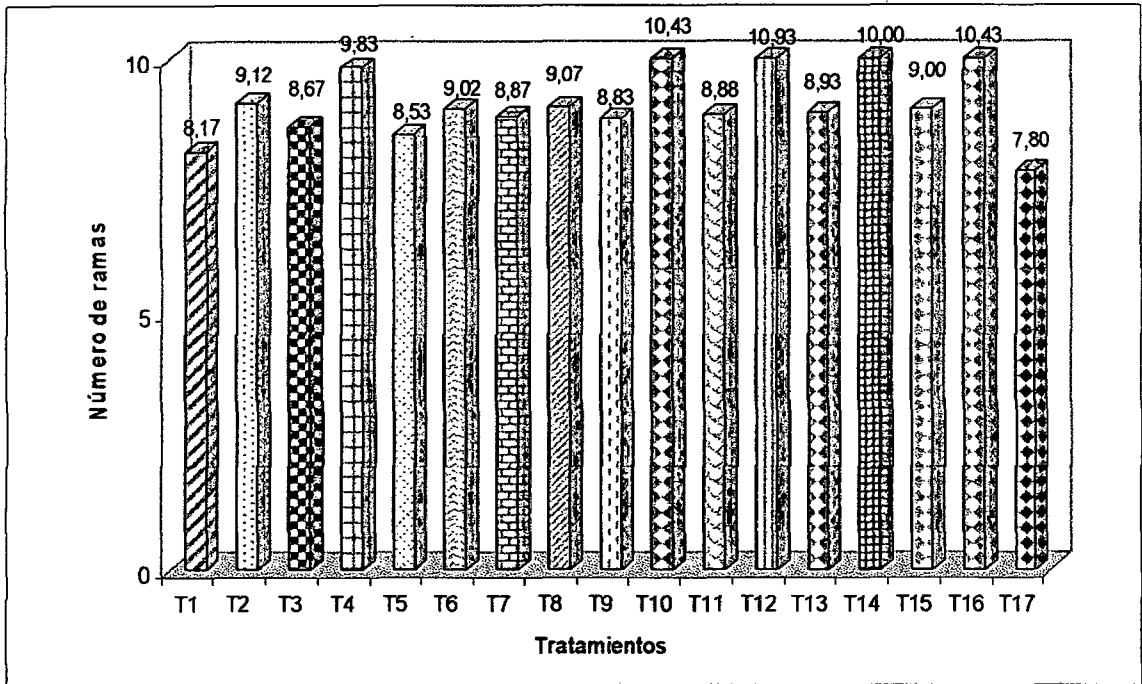


Figura 6. Promedio de número de ramas de planta de la evaluación final de bolaina - Guazuma crinita

Cuadro 15. Resumen del ANVA de las 6 evaluaciones en número de ramas de planta realizadas durante el periodo de desarrollo del experimento con aplicaciones al suelo de enmiendas y fuentes de fósforo como factor de influencia sobre el desarrollo de la bolaina - Guazuma crinita

F. de Variación	GL	CM					
		1 ^{ra} evaluación	2 ^{da} evaluación	3 ^{ra} evaluación	4 ^{ta} evaluación	5 ^{ta} evaluación	6 ^{ta} evaluación
Bloques	2	1,2696 s	2,4853 as	2,2665 s	1,7106 as	2,8450 s	0,3875 ns
Tratamientos	16	0,3946 ns	0,6765 ns	1,2226 ns	1,0221 as	3,5448 as	2,1799 as
Error Experimental	32	0,2071	0,2665	0,4561	0,1950	0,4927	0,2752
Total	50						
	cv=	9,066%	8,015%	8,997%	5,957%	8,322%	5,698%

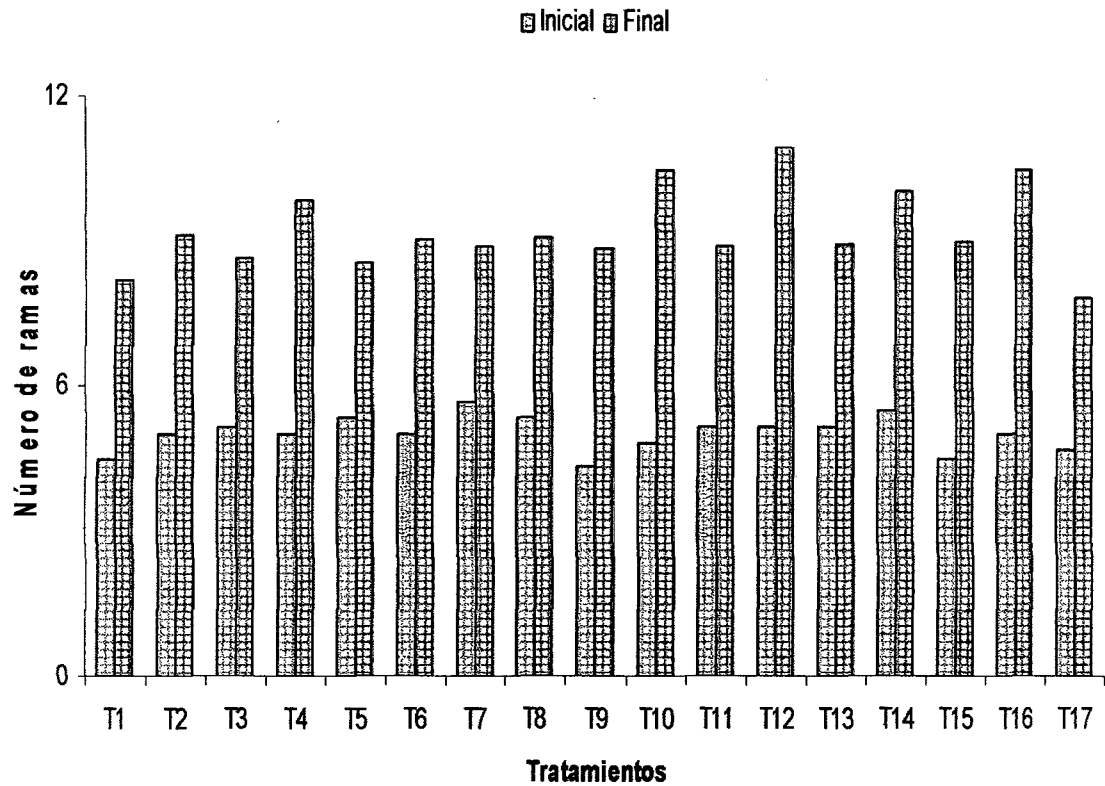


Figura 7. Promedio del número de ramas inicial y final de la bolaina - *Guazuma crinita* durante el desarrollo del experimento.

Cuadro 16. Prueba de Duncan $\alpha = 0.05$, número de ramas de planta de bolaina - *Guazuma crinita*

Nº	Tratamientos	Promedios	Significación			
1	T ₁₂	10,93	a			
2	T ₁₀	10,43	a	b		
3	T ₁₆	10,43	a	b	c	
4	T ₁₄	10,00	a	b	c	d
5	T ₄	9,83	e	b	c	d
6	T ₂	9,12	e	f		d
7	T ₈	9,07	e	f	g	d
8	T ₆	9,02	e	f	g	

9	T15	9,00	e	f	g
10	T13	8,93	e	f	g
11	T11	8,88	e	f	g
12	T7	8,87	e	i	g
13	T9	8,83	e	f	g
14	T3	8,67		f	g
15	T5	8,53		f	g
16	T1	8,17		f	g
17	T17	7,80			h

En el Cuadro 16, de la prueba de Duncan con $\alpha=0.05$, se aprecia el comportamiento de los diferentes tratamientos, observándose que no existe diferencia estadística a nivel de los tratamientos T12, T10, T16 y T14.

Al igual que la altura y el diámetro, ha sucedido lo mismo en el número de ramas, la cual, la planta se vio beneficiado por el calcio y fosforo de la enmienda, lo cual ayudó a solubilizar los minerales primarios del suelo, con la finalidad de que estos sean nutrientes de la planta.

V. CONCLUSIONES

1. Las enmiendas y fuente de fósforo que favorecieron el crecimiento y desarrollo de la bolaina fue la dosis de Caliza 4tn/ha + Roca fosfórica 30% de P_2O_5 en 160 kg/ha (T_{12}), la cual tuvo mayor rendimiento al aplicar al suelo.
2. El uso de la Caliza 4tn/ha + Roca fosfórica 30% de P_2O_5 equivalente a 160 kg/ha (T_{12}), permitió el mejor desarrollo de la bolaina - *Guazuma crinita* alcanzando una altura de 23,97cm, con respecto al diámetro se obtuvo un promedio de 0.54cm, y número de ramas en promedio de 10,93 equivalente a 11 ramas, y que superan a los valores alcanzados por los otros tratamientos. Mientras que el tratamiento Testigo la bolaina - *Guazuma crinita* alcanzó una altura de 20,30cm, con respecto al diámetro se obtuvo un promedio de 0,45 cm, y el número de ramas en promedio de 7,8 equivalente a 8 ramas
3. La cantidad de fósforo aplicado al suelo aumento desde 5,20 ppm a 11,30 ppm, y sin causar daño a la planta durante la evaluación siendo favorable su aplicación al momento de distribuir la dosis. El encalado aplicado aumentó en un rango de 4,2 a 6,2 de pH en la reacción del suelo, esto incrementó la cantidad y disponibilidad de Ca, Mg y otros nutrientes.

VI. RECOMENDACIONES

1. Utilizar la aplicación de enmiendas a una dosis de Caliza 4Tn/ha + Roca fosfórica 30% de P_2O_5 equivalente a 160 Kg/ha (T_{12}), por los mejores resultados obtenidos en el desarrollo y crecimiento de la planta de bolaina.
2. Realizar ensayos experimentales utilizando la enmienda caliza y fuente de fósforo como roca fosfórica comercial a nivel de campo para otras especies forestales con la finalidad de evaluar en suelos ácidos o degradados.
3. Evaluar el efecto residual de los diferentes niveles de aplicación de caliza y roca fosfórica, en función de un mayor tiempo de evaluación a nivel de campo, para poder explicar con más objetividad el efecto de la caliza y roca fosfórica.
4. Realizar trabajos similares utilizando diferentes tipos de suelo, para explicar el efecto de las enmiendas en el comportamiento de diferentes especies forestales.

VII. ABSTRACT

Studies were conducted at the place of the Hills in sharpener, mainly in order to evaluate the effects of amendments controlling acidity and phosphorus sources on growth of bolaina (*Guazuma crinita* Mart.), Determining the best source and level of liming material that influences the growth of bolaina in an acid soil.

The period of investigation began in November 2006 and ended in March 2007, taking into consideration from the first month of assessment until the end of the evaluation. According to the results obtained under conditions in which the experiment was performed, we found that the amendment and source of phosphorus that had better performance in growth and development of bolaina corresponded to the dose of phosphate rock limestone 4tn/ha + 30% P₂O₅ equivalent to 160 kg / ha (T12), shown in the results.

The use of limestone rock 4tn/ha + 30% P₂O₅ phosphate equivalent to 160 kg / ha (T12) allowed a better development of the bolaina (*Guazuma crinita* Mart.) Reaching a height of 23,97cm, with respect to the diameter an average of 0,54cm, and number of branches in 10,93 average equivalent to 11 branches, which exceed the values reached by the other treatments.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZABACHE, L. 1991. Acidez del suelo y encalado. UNCP. Huancayo. BEAR. 1969.
- BLACK, C. A. 1975. Relaciones suelos planta, consideraciones acerca de la acidez del suelo Tomo 1. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- BUCKMAN, H. y BRADY, N. 1977. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Editorial. Montaner y Simón. Barcelona, España.
- CALZADA, B. J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica S.A. Lima, Perú.
- DEMOLON, A. 1965. Principios de Agronomía. Dinámica del Suelo. Editorial, Omega S.A. Barcelona, España.
- FAO. 2004. Coordinador Técnico Abonos Colombianos S.A. Maderas del Perú (32 especies). PROMPEX - PERÚ. Lima, Perú. 25 p.
- INFORME ANUAL DEL PNI – FORESTALES. 2004. INIA E.E.A. "El Porvenir".
- JACKSON, T. 1967. Acidez del suelo y encalado. Editorial. Montaner. Barcelona.
- MANUAL DEL INIA. 1996. Especies forestales. Tarapoto, San Martín.
- RUSSELL, P. 1964. Aplicación de enmiendas. Manual Peam – Moyabamba.
- THOMAS, W. 1950. Acidez y encalado. Editorial Jurídica S.A. Lima. Perú.

- TISDALE, S. L. 1977. Fertilidad de los Suelos y fertilizantes. Editorial Montaner y Simón. Barcelona, España.
- THOMPSON, R. 1965. Efectos residuales de la cal. Editorial, Omega. Barcelona.
- VILLAGARCIA, S. 1994. Manual de uso de fertilizantes. UNA La Molina. Lima.
- ZAVALETA, A. 1992. El suelo en relación con la producción. Lima - Perú. Concytec.

IX. ANEXO

Características del campo experimental

Campo experimental de la parcela

Disposición experimental

- Bloque: Número = 3
 - Largo = 68m
 - Ancho = 6m
- Parcela; Número de parcela por bloque = 17
 - Número total de parcela = 51
 - Largo = 4m
 - Ancho = 6m
- Planta: Número de plantas por parcela = 6
 - Número total de plantas por bloque = 102
 - Número total de plantas = 306
 - Distancia entre plantas = 2m
- Área total del bloque = 408m^2
- Área total de parcela = 24 m^2
 - Área total del experimento 1224 m^2

1. Altura de planta

Cuadro 17. Promedio de la altura de planta de bolaina - Guazuma crinita Sexta evaluación

TRATAM.	Bloque I (cm)	Bloque II (cm)	Bloque III (cm)	TOTAL (cm)	PROM. (cm)
T ₁	22,40	22,45	22,70	67,55	22,52
T ₂	22,55	22,60	22,60	67,75	22,58
T ₃	21,90	22,00	22,65	66,55	22,18
T ₄	22,95	22,90	22,97	68,82	22,94
T ₅	22,00	22,10	22,60	66,70	22,23
T ₆	22,30	21,90	23,35	67,55	22,52
T ₇	22,10	22,00	22,80	66,90	22,30
T ₈	22,30	22,70	22,60	67,60	22,53
T ₉	22,30	22,60	22,55	67,45	22,48
T ₁₀	23,50	24,01	23,45	70,96	23,65
T ₁₁	22,60	21,80	22,30	66,70	22,23
T ₁₂	23,90	24,15	23,85	71,90	23,97
T ₁₃	22,00	22,00	22,50	66,50	22,17
T ₁₄	22,45	22,70	22,65	67,80	22,60
T ₁₅	22,20	22,50	22,80	67,50	22,50
T ₁₆	23,50	23,70	23,75	70,95	23,65
T ₁₇	19,20	20,90	20,80	60,90	20,30
	380,15	383,01	386,92	1150,08	
			Prom.Gral.=	22,551	

2. Diámetro de planta

Cuadro 18. Promedio del diámetro de planta de bolaina - *Guazuma crinita* Sexta evaluación

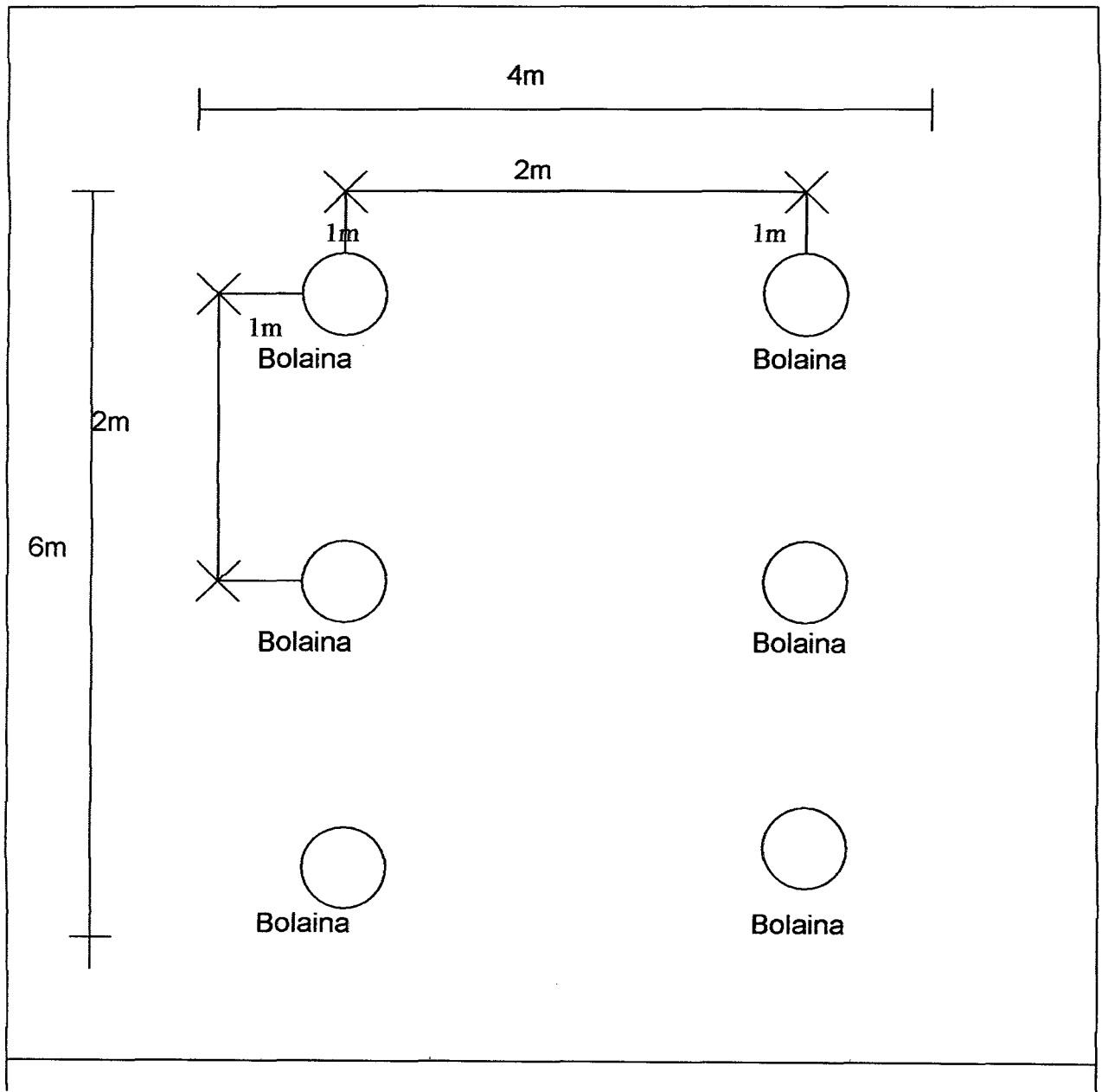
TRATAM.	Bloque I (cm)	Bloque II (cm)	Bloque III (cm)	TOTAL (cm)	PROM. (cm)
T ₁	0,43	0,48	0,49	1,40	0,47
T ₂	0,44	0,49	0,49	1,42	0,47
T ₃	0,45	0,47	0,49	1,41	0,47
T ₄	0,49	0,49	0,53	1,51	0,50
T ₅	0,45	0,45	0,49	1,39	0,46
T ₆	0,47	0,46	0,52	1,45	0,48
T ₇	0,45	0,48	0,48	1,41	0,47
T ₈	0,48	0,48	0,48	1,44	0,48
T ₉	0,49	0,49	0,47	1,45	0,48
T ₁₀	0,50	0,51	0,52	1,53	0,51
T ₁₁	0,50	0,45	0,49	1,44	0,48
T ₁₂	0,55	0,54	0,54	1,63	0,54
T ₁₃	0,48	0,47	0,49	1,44	0,48
T ₁₄	0,50	0,50	0,49	1,49	0,50
T ₁₅	0,47	0,48	0,48	1,43	0,48
T ₁₆	0,48	0,51	0,53	1,52	0,51
T ₁₇	0,46	0,44	0,46	1,36	0,45
	8,09	8,19	8,44	24,72	
			Prom. Gral. =	0,485	

3. Número de ramas

Cuadro 19. Promedio del número de ramas de planta de bolaina - *Guazuma crinita* Sexta evaluación

TRATAM.	Bloque I (cm)	Bloque II (cm)	Bloque III (cm)	TOTAL (cm)	PROM. (cm)
T ₁	7,50	8,00	9,00	24,50	8,17
T ₂	9,40	9,00	8,95	27,35	9,12
T ₃	8,00	9,00	9,00	26,00	8,67
T ₄	8,50	10,00	11,00	29,50	9,83
T ₅	8,50	8,30	8,80	25,60	8,53
T ₆	9,00	9,00	9,05	27,05	9,02
T ₇	9,00	8,90	8,70	26,60	8,87
T ₈	9,30	9,00	8,90	27,20	9,07
T ₉	8,00	9,00	9,50	26,50	8,83
T ₁₀	10,35	10,50	10,45	31,30	10,43
T ₁₁	8,50	9,65	8,50	26,65	8,88
T ₁₂	11,00	11,00	10,80	32,80	10,93
T ₁₃	9,00	9,50	8,30	26,80	8,93
T ₁₄	10,50	10,00	9,50	30,00	10,00
T ₁₅	9,50	8,60	8,90	27,00	9,00
T ₁₆	10,00	10,50	10,80	31,30	10,43
T ₁₇	7,50	8,00	7,89	23,39	7,80
	153,55	157,95	158,04	469,54	
			Prom. Gral. =	9,207	

Figura. 8 Croquis de la parcela.



Los plántones se obtuvieron del vivero del Sr. Vela "La cadena"