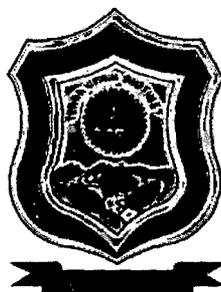


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO EN CIENCIAS DE LOS**

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE BOCASHI EM, SOBRE EL  
CRECIMIENTO EN VIVERO DE PLANTAS DE CASTAÑA  
(*Bertholletia excelsa* HBK.), PRODUCIDAS EN TUBETES**

**TESIS**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**MENCIÓN: FORESTALES**

**HARRY PINCHI DEL AGUILA**

**PROMOCIÓN 2007 – I**

**Tingo María – Perú**

**2009**

F04

P59

Pinchi Del Aguila, Harry

Efecto de Diferentes Dosis de Bocashi EM, Sobre el crecimiento en vivero de Plantas de Castaña ( *Bertholletia excelsa* HBK. ), Producidas en Tubetes. Tingo María, 2009

46 h.; 13 cuadros; 14 fgrs.; 23 ref.; 30 cm.

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

BERTHOLLETIA EXCELSA HBK. / ABONO ORGÁNICO-BOCASHI EM /  
VIVERO-CASTAÑA / CRECIMIENTO / PRODUCCIÓN / METODOLOGÍA  
/ 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 18 de febrero de 2009, a horas 10:15 a.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

## “EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE BOCASHI EM, SOBRE EL CRECIMIENTO EN VIVERO DE PLANTAS DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa* HBK.), PRODUCIDAS EN TUBETES”

Presentado por el Bachiller: **HARRY PINCHI DEL AGUILA**, 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.

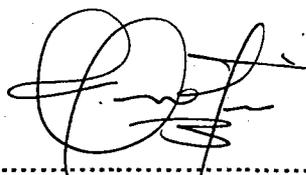
Tingo María, 13 de mayo de 2009

  
.....  
Ing. RAUL ARAUJO TORRES  
Presidente



AUSENTE  
.....  
Blgo. ARMANDO ENEQUE PUICON  
Vocal

  
.....  
Ing. JAIME TORRES GARCIA  
Vocal

  
.....  
Blgo. M.Sc. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE  
Asesor

## ***DEDICATORIA***

A Dios, a mi querida madre Marilú Del Aguila Ramírez y esposo Jorge Chávez Fera, mis hermanos Jorge Chávez Del Aguila y Karina Chávez Del Aguila, mi familia por apoyarme siempre en el logro de mis metas y sueños.

A mi esposa Inés Milagros Savala Velarde, mi querida hija Camila Adriana Pinchi Savala por la motivación, inspiración y apoyo incondicional que me brindaron en el desarrollo de mi tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a los profesores de la Facultad de los Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por la formación académica y técnica que me brindaron.

Al Blgo. M.Sc. Edilberto Chuquilin Bustamante, por asistir en calidad de asesor académico de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

Al Ing. M.Sc. Ronald Corvera Gomringer por asistir en calidad de coasesor institucional del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

Al técnico Edgar Cusi, trabajador del (IIAP), filial Madre de Dios, por su apoyo en la fase de campo.

De manera especial ingeniero Cesar Chía Dávila, Gerente Regional del IIAP, filial Madre de Dios y a la señora Jenny Gómez por las facilidades brindadas para la ejecución del presente trabajo.

De manera personal expreso mi agradecimiento a mi compañero de estudios Wilfredo Tello Zevallos, Demetrio Lama Isminio y Heidi Laura Cotrina Lobón, Frits Palomino Vera, Pilar Noriega Sinti, por el apoyo en el presente trabajo de investigación.

Así mismo quiero y expreso mi agradecimiento al personal que componen al instituto de investigaciones de la amazonía peruana filial Madre de Dios, en especial a, Alfredo García, Gustavo Pereyra, Flora Alonso, Alfredo Canal, Carmen Condori, José Conde, Telésforo Vásquez, Nimer Velarde y Wilson Suri.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Castaña .....	4
2.2. Antecedentes de la especie .....	4
2.3. Etapa de vivero .....	7
2.4. Nutrición de las plantas .....	8
2.5. Sustratos utilizados .....	9
2.6. Bocashi tradicional .....	12
2.7. Bocashi EM .....	13
2.8. Producción de plantas en contenedor .....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
3.1. Lugar de ejecución .....	19
3.2. Materiales y equipos .....	20
3.3. Metodología.....	21
IV. RESULTADOS .....	28
V. DISCUSIÓN .....	37
VI. CONCLUSIONES .....	39
VII. RECOMENDACIONES .....	40
VIII. ABSTRACT .....	41
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
X. ANEXOS .....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Dosis de los componentes del sustrato por tratamiento .....	24
2. Descripción de tratamientos .....	25
3. Modelo del análisis de varianza .....	26
4. Ubicación de los tratamientos con su respectiva repetición .....	26
5. Coeficiente de determinación y variación para el incremento en altura (cm) .....	29
6. Análisis de varianza para diferenciar el incremento en altura entre tratamientos.....	29
7. Comparación de promedios para el incremento en altura (Prueba: Tukey: 0,01 .....	30
8. Coeficiente de determinación y variación para el incremento en diámetro (cm).....	32
9. Análisis de varianza para diferenciar el incremento en diámetro entre tratamientos.....	32
10. Comparación de promedios para el incremento en diámetro (Prueba: Tukey = 0,01 .....	33
11. Coeficiente de determinación y variación para el incremento en biomasa (cm <sup>3</sup> ) .....	35
12. Análisis de varianza para diferenciar el incremento en biomasa (cm <sup>3</sup> ) entre tratamientos .....	35

13. Comparación de promedios para el incremento en biomasa (Prueba:

Tukey = 0,01 .....

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Diagrama de cajas para el incremento en altura (cm) para los tratamientos.....	28
2. Diagrama de cajas para el incremento en diámetro (cm) para los tratamientos .....	31
3. Diagrama de cajas para el incremento en biomasa (cm <sup>3</sup> ) para los tratamientos.....	34
4. Mostrando los tubetes .....	47
5. Selección de semillas de Castaña.....	47
6. Siembra de semillas de Castaña.....	48
7. Componentes para la elaboración del Bocashi EM .....	48
8. Componentes del testigo .....	49
9. Mezcla del Bocashi EM .....	49
10. Llenado de tubetes .....	50
11. Repique de plántulas de Castaña .....	50
12. Medición del diámetro de plántulas de Castaña .....	51
13. Medición de la altura de plántulas de Castaña .....	51
14. Mapa de ubicación del vivero “El Castañal” .....	52

## RESUMEN

El presente estudio de campo se ejecutó en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) – filial Madre de Dios, específicamente en el vivero “El Castañal”; durante un periodo de nueve meses.

Esta investigación tuvo como principal objetivo la evaluación de siete dosis de Bocashi EM, sobre el crecimiento de plantas de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK), Con el fin de determinar el mejor tratamiento (dosis) para obtener plantas de calidad y así no depender de fertilizantes inorgánicos en la producción de plantones en tubetes.

El experimento estaba representado por 24 bandejas, constituidas por 600 plántulas de Castaña. La cual estaba formada por 8 tratamientos. Se aplicó Bocashi EM, a 7 tratamientos cuyo sustrato estaba compuesto por bagazo de caña, cascarilla de arroz carbonizado y arena fina en una proporción de 5 % al T2, 10 % al T3, 20 % al T4, 30 % al T5 , 40 % al T6, 50 % al T7 y 70 % al T8 lo cual se procedió a evaluar quincenalmente durante 4 meses, incluido al testigo (T1) que estaba compuesto por bagazo de caña, cascarilla de arroz carbonizado y arena.

El diseño experimental que se utilizó en este ensayo correspondió a un diseño completamente al azar (DCA), evaluándose tres factores: incremento en altura, incremento en diámetro e incremento en biomasa. Las

variables evaluadas fueron sometidas a la transformación de  $\sqrt{x+1}$  y luego a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0,01 de probabilidad.

Como resultado se obtuvo una media relativamente alta en incremento de altura es 2,61 cm que corresponde al T1, en contraste con el T8 que presenta una media relativamente baja de 1,61 cm. En cuanto al incremento en diámetro presenta ligeras variaciones en función a las medias con un máximo de 1,01 cm que corresponde al T1, diferente al T8 con una media de 1,00 cm. El último factor que corresponde al incremento en biomasa presenta una media de 1,06 cm correspondiente al T1, mientras el T8 obtuvo una media relativamente baja con un valor de 1,03 cm.

Estadísticamente, se demuestra mediante el análisis de varianza que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos que presenta tanto el incremento en altura, incremento en diámetro e incremento en biomasa, obteniendo el mejor resultado el T1 en los 3 factores evaluados.

Palabras clave: Bocashi EM, EM, *Bertholletia excelsa*, bagazo de caña.

## I. INTRODUCCIÓN

Madre de Dios es privilegiada por ser la única región del Perú donde se encuentra árboles de Castaña en poblaciones naturales suficientes para generar una actividad económica por la comercialización de la nuez.

La actividad Castañera es de vital importancia para la región. Alrededor del 25 % de la población (20000 habit.) del departamento depende directa e indirectamente de esta actividad, para las familias que cuentan con una concesión de explotación del recurso, la castaña contribuye con el 67 % del total de sus ingresos anuales (CTMC, 2006).

Adicionalmente a su importancia económica y social, la cosecha del árbol del cual se obtiene el fruto, implica una mínima perturbación del ecosistema natural en el que vive. Por estas razones, ésta es una actividad económica reconocida por todos como sostenible porque promueve la conservación del bosque amazónico.

Tradicionalmente en la etapa de vivero la producción de plántones de castaña se trabajan en bolsas. Hoy en día el cultivo de muchas especies se hacen usando contenedores o tubetes y son sometidos a fertirriegos inorgánicos, su utilización es costosa por su alta dependencia a insumos químicos.

La utilización de abonos orgánicos en el sustrato contribuye al mejoramiento de las estructuras y fertilización del suelo a través de la incorporación de nutrientes y microorganismos, y también a la regulación del pH del suelo. Usando este tipo de abono los viveristas pueden reducir sus costos de producción y proteger al mismo tiempo la salud humana y ambiental (RESTREPO, 1996).

Una buena alternativa para la elaboración de abono orgánico es la fermentación tipo Bocashi EM, el cual se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos y temperaturas controladas a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos o pueden ser inoculados, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición (RESTREPO, 1996).

El presente estudio pretende contribuir con información para los productores de castaña y viveristas, debido al escaso conocimiento sobre la utilización de este abono orgánico, contribuyendo así a mejorar los actuales sistemas productivos en la etapa de vivero de la especie.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de siete dosis de Bocashi EM, sobre el crecimiento de plantas de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) producidas en tubetes.

### **1.2.1. Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de la dosis de Bocashi EM, sobre el incremento en altura, diámetro y biomasa.
- Determinar la dosis óptima de Bocashi EM, en la producción de plantas de Castaña.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK)

#### 2.1.1. Ubicación taxonómica

SIIT (2002) señala que la Castaña (*B. excelsa*) tiene la siguiente clasificación botánica:

Reino	:	Plantae
Sub-reino	:	Tracheobionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Sub-clase	:	Dilleniidae
Orden	:	Lecythidales
Familia	:	Lecythidaceae
Género	:	<i>Bertholletia</i>
Especie	:	<i>B. excelsa</i> HBK.

#### 2.2. Antecedentes de la especie

*Bertholletia excelsa* (HBK), comúnmente conocido como nuez de Brasil, Nuez del Pará, Castaña amazónica, Castaña del Brasil, Árbol de la Castaña, Castaña, Almendra, Castaño. Es una especie originaria del sur este

de la amazonía, distribuida en la cuenca amazónica en Bolivia, Perú, Brasil, Colombia, Venezuela, Surinam y Guyana. En el Perú se encuentra en Selva Baja, en estado natural en el departamento de Madre de Dios, en el que existe grandes extensiones cultivadas y, en pequeñas extensiones, en Loreto y Ucayali (CORVERA, 2007).

La Castaña amazónica crece en regiones tropicales de manera silvestre, es una especie nativa endémica de los bosques altos en las zonas inundables de la amazonía peruana, brasileña y boliviana. Es considerado un producto forestal no maderable (PFNM), cuya recolección produce un bajo impacto en el ecosistema (CTMC, 2006).

El árbol se asocia principalmente con cultivos perennes como la pimienta, cacao y guaraná. También con otro tipo de cultivos como la yuca, plátano, piña, marañón, pijuayo, cedro, tornillo, huairuro y shimbillo (CUCULIZA, 1998).

El Castaño vegeta bien, en condiciones naturales, en regiones con climas tropicales calurosos y húmedos, con periodos de estiaje definidos (de 2 a 7 meses consecutivos en el año) la temperatura media anual varía de 24,3 a 27,2 °C con valores máximos de 30,2 y 32,6 °C y mínimos de 19,9 y 23,5 °C. La precipitación total anual varía entre 1,400 y 2,800 mm. La humedad relativa anual media se sitúa en el rango de 79 a 91. El área de distribución natural de Castaña corresponde a los suelos originados por sedimentos aluviales antiguos, correspondiendo a una denominación de terraza alta (de 30 a 50 metros sobre el nivel del río) o terraza media no inundable (de 20 a 30 msnr).

El mejor suelo para el desarrollo de la especie son los de tierra firme, profundos, de textura media a pesados, pero no mal drenados, no soporta los suelos con anegamiento o con características físicas que faciliten la retención de agua. Las poblaciones nativas de castaña están situadas en suelos arcillosos o arcilloso arenosos, con pH entre 4,5 y 6,0 (CUCULIZA, 1998).

Árbol de porte muy grande, que llegar medir hasta 60 m de altura, la corteza es oscuro y hendido. La raíz es pivotante, la misma que conjuntamente con las raíces secundarias, le confieren al castaño un anclaje sólido. El juste es cilíndrico, liso y por la dominancia apical del ápice de crecimiento aparece desprovisto de ramificación en más de 3 tercios de su altura. Las hojas compuestas, imparipinadas, alternas, de forma oblonga de 17 a 50 cm de ancho, márgenes enteros u ondulados, peciolo de 2 a 6 cm de largo, las hojas y brotes tiernos son de color marrón – claro, luego verde claro y finalmente verde al llegar a la madurez, que es cuando presenta textura corácea.

La flor es hermafrodita, subsésil, de 2 a 3 cm de diámetro, aparecen solitarias o en panículas terminales. El fruto es una cápsula de forma globosa o esférica, presenta una corteza dura y leñosa, mide de 9 a 15 cm de diámetro y pesa entre 0,5 y 1,5 kg. Un árbol maduro puede dar entre 200 y 400 frutos. Dentro del fruto hay entre 10 y 25 semillas, de 3 a 5 cm de largo y 4 a 10 gramos de peso, aunque la producción de un árbol de castaña es muy variable, se estima que puede dar de 100 a 120 kilos de semillas (CORVERA, 2007).

Las semillas de Castaña tienen una cubierta rugosa, dura y leñosa, y en su interior una almendra de color blanquecino envuelta en una epidermis marrón. Presentan un embrión de tipo hipocotilar que tiene la función de acumular material de reserva. La composición química de 100 gr de la almendra o nuez presenta 3,5 gr de agua, 16,4 gr de proteínas, 69,3 gr de lípidos, 3,2 gr de carbohidratos, 3,5 gr de sales minerales y 4,6 gr de fibras. También están presentes minerales como el calcio, fósforo, selenio y potasio. Y vitamina A, vitamina B1, vitamina B2 (PEREIRA *et al.*, 2000).

### **2.3. Etapa de vivero**

El vivero en términos generales es el lugar dónde las plántulas, salidas de los germinadores y puestas en bolsas de polietileno o en contenedores, desarrollan hasta alcanzar el tamaño (grosor), para luego ser llevadas al campo o terreno definitivo, se considera que la plántula de castaña está formada y lista para ir al terreno definitivo, entre 4 a 8 meses desde el repique; la muda o plantón como ya se le denomina mide entre 25 y 40 cm de altura y cuenta con 8 pares de hojas definitivas (CUCULIZA, 1998).

En la etapa de vivero las raíces de la Castaña llegan a medir de (12 – 15 cm), las que al momento del repique o trasplante a los envases, se doblarían o enrollarían; para evitar esto, se recomienda podar dichas raíces, dejándolas con una longitud de 8 a 10 cm; el enrollado de las raíces es más perjudicial que la poda prudente de ellas (CUCULIZA, 2000).

En la Castaña el principal órgano de almacenamiento de reservas alimenticias de las semillas es el hipocotilo radicular. En la etapa de vivero el embrión tarda en desaparecer aproximadamente un año (BELRATI, 1990).

LANDIS (2004) indica que las grandes compañías a nivel mundial producen las plantas en contenedores debido al mayor control de todas las variables que se pueden obtener con este sistema. Estos viveros se instalan bajo sombreaderos, en áreas libres de heladas, o en invernaderos de polietileno con control de temperatura. Los contenedores son mantenidos a una altura que permita una fácil manipulación, en plataformas de madera o metal.

En viveros más avanzados en tecnología cada módulo tiene un calefactor a gas, desde donde el calor es distribuido a través de tubos de polietileno. Con este sistema se puede mantener una temperatura de 10 °C, aun cuando la temperatura exterior sea de 5 °C. Las semillas son sembradas automáticamente en los contenedores (cada uno de 140 cc de capacidad) obteniéndose más de un 90 % de germinación. El sistema de irrigación está diseñado de tal manera que mantenga el follaje húmedo todo el tiempo. En Brasil este método de producción de plantas es cada vez más común, dado los buenos resultados que presentan, sobre todo en calidad de la planta y de la masa radicular (RUANO, 2002).

#### **2.4. Nutrición de las plantas**

Para cumplir con sus necesidades metabólicas y construir sus tejidos las plantas requieren de 17 elementos. Cada uno tiene una función

única y específica. Se les denomina nutrientes esenciales porque si uno de ellos le falta, las plantas no pueden cumplir su ciclo vital. Los más abundantes en la planta son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, que son suministrados a través del aire y el agua. Luego están los elementos suministrados por el suelo: los que la planta usa en mayor cantidad son los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), y los que utiliza en menor cantidad los micronutrientes (hierro, manganeso, zinc, cobre, níquel, molibdeno, boro y cloro) (ESCOBAR, 1999).

## **2.5. Sustratos utilizados**

LANDIS (2004) manifiesta que existen diversos tipos de sustratos para la producción de plantas en contenedor, los que se utilizan de acuerdo a la disponibilidad y las exigencias del productor. Entre los tipos más conocidos se encuentran la corteza de pino insigne compostada, la turba, fibras de caña y fibras de coco.

### **2.5.1. Bagazo de caña**

La caña es una especie muy cultivada en algunas partes del mundo, con múltiples aplicaciones, una de las cuales, puede ser el uso de sus fibras, que tiene una serie de ventajas principalmente la de absorción, buena retención de humedad y almacenamiento de agua y la de una mejor germinación de las semillas. Asimismo su gran poder de compresión, le permite que el costo de transporte, almacenaje, se reduzca considerablemente (RUANO, 2002).

La mojabilidad y la rehidratación son muy rápidos, simplemente aportando agua, con la posibilidad de añadir nutrientes que se mezclan uniformemente por toda la fibra. Tiene así mismo una gran capacidad de intercambio catiónico (LANDIS, 2004).

La cantidad de materiales orgánicos usados en los sustratos varía considerablemente, generalmente entre 25 a 50 % (del volumen), pero a veces alcanza el 100%, las mezclas que contienen más del 50 % de materia orgánica, pueden tener menos espacio poroso (RUANO, 2002).

La porosidad de un medio de crecimiento puede variar con las características de sus componentes, el grado de compactación del medio dentro del contenedor, y la altura del contenedor. En efecto, la altura del contenedor es el principal factor que controla la porosidad de aireación del medio de crecimiento en un contenedor. Existen cuatro factores que afectan las características de la porosidad en contenedores: tamaño de las partículas individuales, características de las partículas, mezcla de tamaños de las partículas, y cambios en la porosidad a través del tiempo (RUANO, 2002).

### **2.5.2. Arena de río**

Es un material inorgánico que forma parte de un sustrato, tiene como función principal la de producir y mantener una estructura de macroporos que aporta aireación y drenaje, presenta una nula capacidad de intercambio catiónico y proporciona al medio una base química inerte (LANDIS, 2004).

Es un material de naturaleza silicea y de composición variable de los componentes de la roca silicata que le da origen, puede proceder de las canteras o de ríos. La arena es una de las sustancias más utilizadas en la mezcla de sustratos, aunque se emplea en pequeñas cantidades, la arena mejora la estructura del sustrato, las arenas utilizadas no deben contener elementos nocivos como sales, arcillas o plagas. La granulometría no debe ser gruesa, la arena de río que es la mejor, debe estar limpia para ser utilizadas en sustratos, las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río (su pH varia entre 4 y 8, su durabilidad es elevada, su capacidad de intercambio catiónico es nula, su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro y es bastante frecuente su mezcla con caña, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores) (ASIS, 2002).

### **2.5.3. Cascarilla de arroz carbonizado**

El carbón activado a partir de la cascarilla de arroz demuestra, que presenta complejas estructuras porosas, con altos valores de superficies específicas y de volúmenes de microporos, estos parámetros texturales le otorgan propiedades como adsorbentes muy efectivos. Resultado atribuido al elevado contenido de cenizas de este material, rico en sílice lo cual le da dureza a las plantas (GRANADOS *et al.*, 2004).

El carbón activado ayuda a prevenir la lixiviación por ser muy buen adsorbente, además demuestra una baja porosidad, resultado atribuido al elevado contenido de cenizas de este material, rico en sílice (Deiana *et al.*, 1998).

## 2.6. Bocashi tradicional

Es un abono orgánico resultado de la descomposición y transformación de la materia vegetativa y animal como: cascarilla de arroz, tierra cernida, gallinaza o estiércol, carbón vegetal, salvado de trigo, pulido de arroz, tierra negra, cal o ceniza, melaza o piloncillo y levadura para pan (RODRIGUEZ y PANIAGUA, 1994).

Bocashi es una palabra japonesa que significa materia orgánica fermentada, una traducción de esta palabra al español (refiriéndonos al abono) es abono orgánico fermentado. El objetivo principal del Bocashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también se persigue nutrir el cultivo y suplir alimentos (materia orgánica) para los organismos del suelo. El suministro liberado de microorganismos benéficos asegura la fermentación rápida y una mayor actividad de estos organismos benéficos, elimina los organismos patógenos gracias a una combinación de la fermentación alcohólica con una temperatura entre 40 – 55 °C (MASAKI *et al.*, 2000).

RESTREPO (1996) menciona que la elaboración del abono tipo Bocashi se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos y temperaturas controladas a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición. La elaboración de este abono fermentado presenta algunas ventajas en comparación con otros abonos orgánicos:

- No se forman gases tóxicos ni malos olores.
- El volumen producido se puede adaptar a las necesidades.
- No causa problemas en el almacenamiento y transporte.
- Desactivación de agentes patogénicos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos como causantes de enfermedades.
- El producto permite ser utilizado inmediatamente después de la preparación.
- Bajo costo de producción.

## **2.7. Bocashi EM**

El Bocashi EM, es un material orgánico (salvado de trigo, salvado de arroz, o un material similar), que ha sido fermentado con EM. El propósito de la utilización de Bocashi EM, es el de fermentar los desechos orgánicos sólidos, evitando las emisiones de olores ofensivos (GIL *et al.*, 2006).

El Bocashi EM, es un abono orgánico tipo Bocashi, donde se usan EM como inoculante microbiano en lugar del suelo del bosque. EM mejora la calidad del Bocashi y facilita la preparación de este usando toda clase de desechos orgánicos (MASAKI *et al.*, 2000).

La base tecnológica de EM, es la mezcla de diferentes tipos de microorganismos todos ellos benéficos, que poseen propiedades de fermentación, producción de sustancias bioactivas, competencia y antagonismo con patógenos, todo lo cual ayuda a mantener un equilibrio natural entre los microorganismos que viven en el entorno, trayendo efectos positivos sobre la

salud y bienestar del ecosistema. Los microorganismos eficaces EM son una mezcla de bacterias fotosintéticas o fototrópicas (*Rhodospirillum rubrum* sp.), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* sp.), y levaduras (*Saccharomyces* sp.) en concentraciones mayores a 100000 unidades formadoras de colonias por mililitro de solución que se encuentran en estado de latencia y se conoce como EM -1 (GIL *et al.*, 2006).

## **2.8. Producción de plantas en contenedor**

En viveros que producen plantas a raíz cubierta, los esquemas de producción cambian según el tipo de sustrato que se utilice e incluso en un mismo sustrato, con variaciones de la granulometría y porosidades de éste, de la longitud y volumen del contenedor que se utilice. Este último aspecto, es gravitante en el manejo de la relación entre los esquemas de riego y la fertilización en este tipo de viveros, por la relación que la longitud del contenedor o envase con el comportamiento del agua y movilidad de los nutrientes en el medio de cultivo (RUANO, 2002).

### **2.8.1. Características de los envases para viveros forestales**

Un contenedor forestal no es sino un envase mas o menos grande, y con ciertas características constructivas especiales donde se realiza el cultivo de una planta forestal, pero donde a diferencia de lo que ocurre en las plantas ornamentales, la calidad de las plantas no se encuentra en el follaje o en las flores sino en el resultado que la planta tiene una vez puesta en el campo, tanto por su supervivencia como por su crecimiento y estabilidad, y como ambos

factores se relacionan directamente con la capacidad del sistema radical de generar rápidamente nuevas raicillas y que éstas mantengan un correcto funcionamiento.

Con el tiempo, la mayoría de las características del diseño de los envases buscan la creación de un buen sistema radical y de su protección hasta la puesta en la tierra, la parte aérea es el reflejo de lo que ocurre en el sistema radical, pero así muchas características de los contenedores se diseñan para mejorar la relación tallo raíz. La primera función de cualquier contenedor es sostener una cierta cantidad de medio de cultivo, el cual aporta a las raíces agua, aire, nutrientes minerales y soporte físico mientras la plántula está en el vivero. Los envases para viveros forestales deben, sin embargo, cumplir otras funciones que reflejen las necesidades especiales de las plantaciones de reforestación. Algunas de estas características del envase miran al crecimiento de plantas en vivero, tales como el diseño de las marcas para evitar enrollamiento de las raíces, otras son características operacionales y se refieren a consideraciones económicas y de manejo tanto en vivero como en la plantación (PEÑUELAS y OCAÑA, 1996).

### **2.8.2. Características que influyen en el crecimiento de la planta**

Las características de diseño de los contenedores inciden en el tamaño de las plantas, en la relación entre sus diferentes partes, en la forma de sus sistemas aéreos y radicales y como consecuencia de todo esto en el resultado de las plantaciones una vez realizadas, tanto en su supervivencia

inicial, como en su crecimiento y en su estabilidad a lo largo de la vida del árbol (PEÑUELAS y OCAÑA, 1996).

### **2.8.2.1 Tamaño del contenedor**

El volumen de la cavidad es una de las características más importantes de un envase ya que, en general, cuanto más grande es el envase mayor es la planta que se puede producir. El mayor condicionante del contenedor es el económico y no el biológico ya que las plantas que crecen en envases grandes necesitan períodos de crecimiento mayores para que el sistema radical ocupe el contenedor completamente, los contenedores más grandes son más engorrosos de manejar durante el transporte y plantación (RUANO, 2002).

El ideal de cualquier viverista es aquel envase que produzca plantas aceptables, y con la densidad de crecimiento mas alta, en un tiempo lo más corto posible y que sean aptas a la zona de plantación.

El tamaño del envase óptimo varía en función de la densidad del cultivo, especies cultivadas, tamaño de la planta deseado, condiciones medioambientales y duración del período de crecimiento.

Una de las dimensiones del envase más importantes biológica y culturalmente es la altura, debido a su efecto en las propiedades de retención de agua del medio de cultivo y su influencia en la plantación (RUANO, 2002).

La altura del envase determina la profundidad de colocación del sistema radical en campo. Cuanto más profundo se sitúe éste, más posibilidades tendrá la planta de escapar de las sequías, que con tanta frecuencia se producen.

Los envases para plantas forestales se producen en una multitud de formas, circulares rectangulares, hexagonales o cuadrados en cuanto a la sección y la mayoría son ahusados o cónicos de arriba a abajo. En general y por la experiencia acumulada, los envases con secciones rectangulares o cuadradas controlan mejor la espiralización radical que aquellos con secciones más redondeadas, y por el contrario, en estos los cepellones tienden a salir más fácilmente (MORALES y VIEDMAN, 1998).

#### **2.8.2.2. Espacio entre envases**

La distancia entre las cavidades individuales en el bloque, determina la densidad de cultivo de las plantas y es una de las características más importantes de los envases que afecta al crecimiento de la planta y al equilibrio de sus dimensiones. La distribución espacial de las cavidades dentro del bloque tiene también implicaciones económicas. Los cultivos forestales requieren de una cierta cantidad mínima de espacio para el crecimiento, que varía entre especies y edades. En general la calidad de la planta aumenta con la correspondiente disminución en la densidad del cultivo (LANDIS, 2004).

Una adecuada densidad de cultivo para producir plántulas de calidad tiene un costo económico innegable, por ello, este factor y el volumen

del contenedor son los dos aspectos más conflictivos que bajo este punto de vista tienen los viveristas. A bajas densidades, las plantas reciben más radiación activa y fotosintetizante en la punta de tallos más bajas y tienen un potencial hídrico más bajo que las plantas cultivadas con espaciamientos menores. La temperatura del medio también depende de este factor. Es además más difícil para el agua de riego y los fertilizantes líquidos penetrar las densas masas de hojas de la planta (MORALES y VIEDMAN, 1998).

### **2.8.3. Características en el diseño para el control radical**

Los sistemas de repicado y direccionamiento de las raíces son fundamentales en el diseño de los contenedores, ya que las raíces tienen una natural tendencia a enrollarse por la cara interior del envase, y estos enrollamientos pueden ser graves para el desarrollo e incluso sobrevivencia de las plantas. Los principales sistemas de control de enrollamientos radicales son a base de costillas, acanaladuras, ángulos agudos en las esquinas o aplicación de productos químicos en las paredes. Otra característica del envase que afecta el crecimiento radical es la rugosidad del interior de cada contenedor. Las raíces de algunas plantas son muy finas y tienden a crecer en cualquier grieta o juntura en sus paredes. Este crecimiento dificulta la extracción del contenedor y las raíces arrancadas que quedan incrustadas suponen, para los cultivos siguientes, un excelente soporte para la existencia de todo tipo de hongos que atacan las raíces (PEÑUELAS y OCAÑA, 1996).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en el centro experimental “El Castañal” del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, ubicado a 21.5 kilómetros de la ciudad de Puerto Maldonado, carretera Puerto Maldonado Cuzco, margen derecha, (Figura 14 del Anexo).

##### 3.1.1. Localización

###### a) Política:

Región	: Madre de Dios
Departamento	: Madre de Dios
Provincia	: Tambopata
Distrito	: Tambopata
Sector	: Tres Estrellas

###### b) Geografía:

Se encuentra localizado en las coordenadas UTM (Proyección Universal Transversal de Mercator): DATUM WGS 84 Zona 19L,

Coordenadas Este: 464080

Coordenadas Norte: 8600224

Altitud : 236 msnm

### **3.1.2. Características de clima y ecología**

La provincia de Tambopata y el sector Tres Estrellas, pertenece fisiográficamente a un Bosque de terraza alta (Bta), y está circundado por ríos y quebradas; cuya parte más alta forma una especie de meseta; cuya topografía es plana a ligeramente ondulada con pendiente que varían de 0 a 8 %, y no tiene problema de drenaje. Tambopata pertenece a la zona de vida bosque húmedo sub – tropical (bh – st), cuyo clima se caracteriza por presentar una precipitación de 1986 mm anual, temperatura media de 26 °C, humedad relativa de 80 % y sus suelos son de textura franco arenoso bien drenado, superficial y poco profundo (MANIPULACIÓN Y EVALUACIÓN FORESTAL DEL BOSQUE DE PRODUCCIÓN PERMANENTE DEL DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS, 2002).

### **3.2. Materiales y equipos**

Para realizar la investigación se utilizaron los siguientes:

#### **3.2.1. Material Genético**

- Semillas de Castaña.

#### **3.2.2. Materiales**

##### **3.2.2.1. Materiales de campo**

Se utilizaron bandejas portatubetes, tubetes de 400 cc, bagazo de caña descompuesto, cascarilla de arroz carbonizado y arena de río.

### **3.2.2.2. Componentes del Bocashi EM**

Para la preparación del Bocashi EM, se utilizaron aserrín, gallinaza, EM, cascarilla de arroz, mantillo de castaña, carbón, kudzu y ceniza.

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Componentes en estudio**

- Semillas de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK)

### **3.3.2. Manejo del ensayo**

#### **3.3.2.1. Obtención del material a utilizar**

Las semillas de Castaña fueron extraídas de frutos caídos (maduros), procedentes de árboles semilleros ubicados en concesiones castañeras ubicados en el distrito de las Piedras, provincia de Tambopata, región Madre de Dios.

#### **3.3.2.2. Tratamiento de las semillas**

Se realizó una selección de semillas por inmersión en agua siendo eliminadas las que flotan por que son las que se encuentran en mal estado o se encuentran vacías. Para facilitar el descascarado, las semillas son sumergidas en el agua, a temperatura ambiente por un periodo de una semana aproximadamente, para suavizarla y facilitar su desprendimiento. Luego en la prensa la semilla fue sometida cuidadosamente, a ligera presión que tiene como objetivo principal de provocar rajaduras en la cáscara para facilitar su

eliminación, enseguida la cáscara es removido con la ayuda de un cuchillo o alicate.

Inmediatamente después del prensado y descascarado se realizó una selección de almendras que fueron clasificadas por tamaño grande (MULLER, 1991), sin ninguna herida o rajadura por que los daños en los polos radicales y cauliculares son críticos y provocan la perdida de la capacidad de germinación; en las demás partes de la almendra las heridas que no son muy acentuadas cicatrizan con facilidad, formando callos sin comprometer la germinación pero de preferencia se debe evitar esto.

Inmediatamente después del descascarado, las semillas se trataron con fungicida Benomil en una dosis de 3 mg / L, vía inmersión durante 30 a 90 minutos para controlar probable infección de microorganismos (hongos) que pudiesen interferir en el resultado final de germinación.

Luego se procedió a orear bajo sombra 1 a 2 horas antes de colocar las almendras en las camas almacigueras, que consistió en distribuir uniformemente las semillas y cubrirlas con la arena. Una vez germinado las semillas se procedió al repique de las plántulas en los tubetes.

### **3.3.2.3. Preparación de los tubetes**

Los tubetes fueron sometidas a un baño de óxido de cobre y a un adhesivo (cola fría), con el objetivo de desinfectar los tubetes de cualquier agente patógeno y propiciar a la formación del sustrato artificial que acompañará a la plántula hasta campo definitivo (CORVERA, 2007).

Una vez realizada esta operación los tubetes fueron llenados con el sustrato, para posteriormente repicar las plántulas de Castaña, individualmente a cada una de las cavidades del tubete.

#### **3.3.2.4. Preparación del sustrato**

El sustrato fue compuesto por bagazo de caña (30 L), cascarilla de arroz carbonizado (18 L) y arena de río (12 L). El bagazo de caña y la arena de río fueron desinfectados con fungicida Benomil.

#### **3.3.2.5. Preparación del Bocashi EM**

Se seleccionó un área techada para evitar la exposición al sol y a la lluvia por que puede existir pérdida de nutrientes, luego se picó el kudzu y se procedió a mezclar los componentes del Bocashi (gallinaza, aserrín, carbón vegetal, ceniza, kudzu, cascarilla de arroz) en proporción de 4:1, cuatro carretillas de gallinaza y una carretilla de los demás componentes (CORVERA, 2007).

Para la preparación del EM, se mezcló con melaza de caña (1 L), EM (1 L) y agua (18 L), y se dejó en un balde por una semana para la activación de las bacterias. Una vez activadas las bacterias se mezcló con los componentes del Bocashi, todos los días durante un mes para evitar que en el interior del abono la temperatura aumente y se mueran los microorganismos, la temperatura debe mantenerse alrededor de 35 °C a 45 °C (MASAKI y OCAÑA, 2000). Una vez desaparecido los malos olores, el abono Bocashi EM, estaba listo para ser utilizado en la mezcla final con el bagazo de caña, cascarilla de

arroz carbonizada y arena, enseguida se procedió a repicar las plántulas de castaña.

### 3.3.3. Descripción del ensayo

La unidad experimental correspondió a una bandeja porta tubetes cuyas dimensiones son de 0,40 m x 0,40 m, de 25 tubetes de (400 cc) cada una y 3 repeticiones por tratamiento, el experimento presentó 24 bandejas constituida por 600 plántulas de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK). La cual estaba constituida por 8 tratamientos, en los que se aplicó Bocashi a 7 tratamientos cuyo sustrato estuvo compuesto por bagazo de caña ( 30 L), cascarilla de arroz carbonizado ( 18 L) y arena fina ( 12 L) en una proporción de 5 % al T2, 10 % al T3, 20 % al T4, 30 % al T5 , 40 % al T6, 50 % al T7 y 70 % al T8 lo cual se procedió a evaluar quincenalmente durante 4 meses, incluido al testigo (T1) que estuvo compuesto por bagazo de caña, cascarilla de arroz carbonizado y arena (Cuadro 1).

Cuadro 1. Dosis de los componentes del sustrato por tratamiento.

N° de Tratamientos	Tratamientos	Composición del sustrato (%)	Volumen (L)
T1	Testigo	50 + 30 + 20 + 0	30 + 18 + 12
T2	BC+CAC+A+B	47,5 + 28,5 + 19+ 5	29 + 17 + 11 + 3
T3	BC+CAC+A+B	45 + 27 + 18 + 10	28 + 16 + 10 + 6
T4	BC+CAC+A+B	40 + 24 + 16 + 20	26 + 14+ 8 + 12
T5	BC+CAC+A+B	35 + 21 + 14 + 30	24 + 12 + 6 + 18
T6	BC+CAC+A+B	30 + 18 + 12 + 40	22 + 10 + 4 + 24
T7	BC+CAC+A+B	25 + 15 + 10 + 50	20 + 8 + 2 + 30
T8	BC+CAC+A+B	15 + 9 + 6 + 70	16 + 4+ 0 + 40

BC: Bagazo de caña

CAC: Cascarilla de arroz carbonizado

A: Arena

B: Bocashi EM

### 3.3.4. Tratamientos en estudio

El experimento consistió de 8 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento, 25 semillas por repetición y 75 semillas por tratamiento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción de tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones	N° de semillas / repeticiones	N° total de semillas / tratamiento
1	3	25	75
2	3	25	75
3	3	25	75
4	3	25	75
5	3	25	75
6	3	25	75
7	3	25	75
8	3	25	75

T1: Testigo

T2 – T8: Experimentales

### 3.3.5. Diseño del ensayo

El diseño experimental a utilizar en este ensayo correspondió a un diseño completamente al azar (DCA), cuyo modelo aditivo lineal del DCA se representa en la siguiente ecuación (1):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij} \quad (1)$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Respuesta del  $i$  – ésimo tratamiento en la  $j$  – ésima observación

$\mu$  : Efecto de la media general.

$T_i$  : Efecto del  $i$  - ésimo tratamiento.

$\xi_{ij}$  : Efecto aleatorio del error experimental

Se realizó el análisis de variancia ( $\alpha = 0,01$ ). Además se encontró diferencias entre medias con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,01$ ) (Cuadro 3). Para analizar estadísticamente los datos, se utilizó el software estadístico Infostat Profesional Versión 1.1 (2002).

Cuadro 3. Modelo del análisis de variancia.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab.
Tratamiento	t-1	SCtra	SCtra/gl <sub>ra</sub> = CMtra	CMtra/CMee	F <sub><math>\alpha</math>(gl<sub>ra</sub>, gl<sub>ee</sub>)</sub>
Error	r(t-1)	SCee	SCee/gl <sub>ee</sub> = CMee		
Total		SCtotal			

t: Tratamiento y r: Repetición

### 3.3.6. Croquis del experimento

El croquis del experimento estuvo diseñado de la siguiente manera:

Cuadro 4. Ubicación de los tratamientos con su respectiva repetición.

T5-3	T3-2	T4-3	T8-2	T1-3	T6-2	T2-3	T7-3	T4-1	T8-1	T3-3	T2-2
T1-2	T6-1	T7-1	T2-1	T4-2	T8-3	T5-2	T1-1	T3-1	T6-3	T7-2	T5-1

### 3.3.7. Evaluación de las variables morfológicas

#### - Altura total (HT)

Esta variable se midió para cada una de las plantas ubicadas dentro de la zona de control, a través de un instrumento graduado (Vernier) en centímetros, desde la base del suelo hasta el ápice.

- **Diámetro a la altura del cuello (DAC)**

La variable diámetro se midió a cada una de las plantas ubicadas dentro de la zona de control a través de instrumento graduado (Vernier) en centímetros.

- **Índice de Biomasa (IBIOM)**

La determinación de la variable índice de biomasa por planta, se obtuvo a través de las variables de medición DAC y HT, como se muestra en la fórmula (1) y la cual es expresada en  $\text{cm}^3$  (THOMPSON, 1998).

$$\text{IBIOM} = (\text{DAC}^2 * \text{HT}) \quad (1)$$

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Incremento en altura

Las variaciones de media del incremento en altura, presenta 2 tratamientos (T1 y T8), con alta variación de medias y 2 grupos de tratamientos con diferencias de media bajas (Grupo 1: T2, T3, T4, T5 y Grupo 2: T6 y T7) (Figura 1). La media relativamente alta en altura es de 2,61 cm que corresponde al T1, en contraste con el T8 que presenta una media relativamente baja de 1,61 cm; Por otro lado, entre el T2 y T7 presenta promedios que oscilan entre los 2,28 y 1,92 cm.

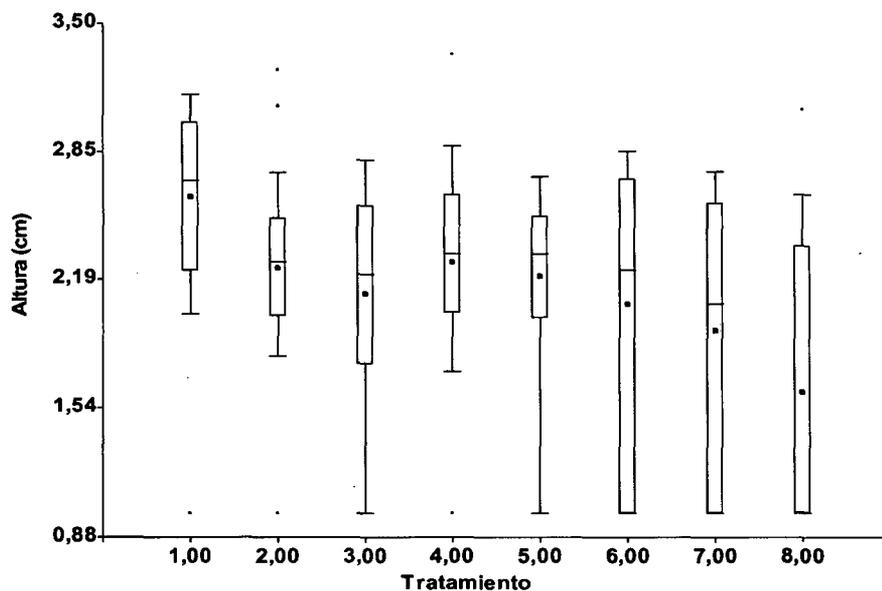


Figura 1. Diagrama de cajas para el incremento en altura (cm) para los tratamientos.

Por lo tanto, al testigo (T1) que no se aplicó ninguna dosis de Bocashi EM, ha tenido mejor crecimiento de altura que los demás tratamientos. Por consiguiente la dosis de Bocashi EM, tuvo un ligero efecto en el incremento en altura de las plántulas de Castaña. La cual es confirmada por el bajo incremento en altura en los demás tratamientos (T2, T3, T4, T5, T6 y T7 y T8).

Cuadro 5. Coeficiente de determinación y variación para el incremento en altura.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incremento Altura	600	0,1759	0,1662	27,6927

CV: Coeficiente de variación

Se observa un coeficiente de determinación muestral ajustado de 16,62 % y con un coeficiente de variación de 27,69 %, es decir que el incremento en altura es moderadamente bajo y varía menos del 28 % de los datos registrados (Cuadro 5).

Cuadro 6. Análisis de varianza para diferenciar el incremento en altura entre tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	Sig.
Tratamiento	44,1571	7	6,3082	18,0575	**
Error	206,8076	592	0,3493		
Total	250,9647	599			

\*\* : Altamente significativo

El análisis de varianza aplicado a los tratamientos en estudio, presenta diferencia de medias significativa ( $p < 0,01$ ) en el incremento en altura,

Es decir que estadísticamente son diferentes los promedios entre tratamientos (Cuadro 6).

Cuadro 7. Comparación de promedios para el incremento en altura (Prueba: Tukey = 0,01).

Tratamiento	Medias	n			
1.00	2,6144	75	A		
4.00	2,2820	75	AB		
2.00	2,2490	75		BC	
5.00	2,2041	75		BC	
3.00	2,1173	75		BC	
6.00	2,0651	75		BC	
7.00	1,9290	75			CD
8.00	1,6136	75			D

Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,01$ ).

Aplicando las pruebas de Tukey a un nivel de significancia de 0,01, demuestra que el tratamiento T1 y T8 son diferentes entre sí y con los demás tratamientos. Asimismo el T1 es el que alcanzó máximo incremento en altura (2,61 cm) (Cuadro 7).

Los tratamientos T7 y T8 son los que tienen menor incremento de altura y con mayor mortalidad de plántulas, en contraste con los tratamientos T2, T3, T4, T5, T6 y T7 tienen incrementos de altura intermedios entre T1 y T8, pero con menor mortalidad de individuos. Por consiguiente existen variaciones de media del incremento en altura.

## 4.2. Incremento en diámetro

Se observa ligeras variaciones en incremento de diámetro en función a la medias. Se puede observar dos grupos relativamente diferenciados, los cuales están compuestos por el grupo 1 (T1, T2, T3, T4 y T5) y presentan más del 50 % de sus datos que están presentes en un reducido intervalo, además tienen incremento en diámetro con un promedio de 1,02 cm.

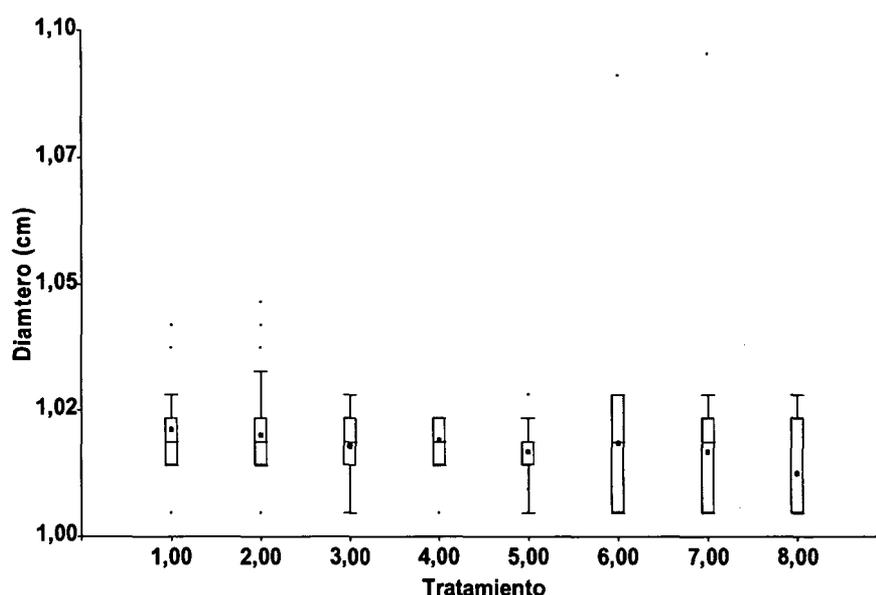


Figura 2. Diagrama de cajas para el incremento en diámetro (cm) para los tratamientos.

El segundo grupo (T6, T7 y T8) presenta un diámetro promedio de 1,01 cm; Por lo tanto, la dosis de Bocashi EM, causó efecto moderadamente bajo en el incremento de diámetro de las plántulas de Castaña en los dos grupos (Figura 2).

Cuadro 8. Coeficiente de determinación y variación para el incremento en diámetro.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incremento diámetro	600	0,0679	0,0568	0,9500

CV: Coeficiente de variación

Se observa un coeficiente de determinación muestral ajustado de 5,68 % y con un coeficiente de variación de 0,95 % (Cuadro 8), es decir, que el incremento de diámetro es sutil y varía menos del 1 % del total de los datos registrados.

Cuadro 9. Análisis de varianza para diferenciar el incremento en diámetro entre tratamientos.

F.V	SC	gl	CM	F	Sig.
Tratamiento	0,0040	7	0,0006	6,1561	**
Error	0,0549	592	0,0001		
Total	0,0589	599			

\*\* : Altamente significativo

El análisis de varianza demuestra diferencias de medias significativas entre tratamientos (Cuadro 9). Es decir, que estadísticamente son diferentes los promedios de incrementos en diámetro entre tratamientos.

Cuadro10. Comparación de promedios para el incremento en diámetro (Prueba Tukey = 0,01).

Tratamiento	Medias	n	
1.00	1,0174	75	A
2.00	1,0162	75	A
4.00	1,0152	75	A
6.00	1,0146	75	A
3.00	1,0140	75	AB
5.00	1,0129	75	AB
7.00	1,0128	75	AB
8.00	1,0083	75	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,01$ )

Aplicando las pruebas de Tukey a un nivel de significancia de 0,01, demuestra que los tratamientos T3, T5, T7 y T8 estadísticamente tienen el mismo incremento en diámetro. Asimismo, los tratamientos T1, T2, T4 y T6 son los que tienen menos incremento en diámetro que el grupo anterior, pero estadísticamente presentan igualdad en el incremento en diámetro (Cuadro 10).

A pesar de las diferencias significativas entre grupos, sólo presentan diferencias mínimas. Sin embargo, se puede observar el más alto promedio de incremento en diámetro en el T1 y menor en el T8. Por consiguiente, el Bocashi EM, presenta un efecto no significativo en el incremento en diámetro de las plántulas de Castaña.

#### 4.2. Incremento en biomasa

Se observa variaciones de las medias en el incremento de biomasa. Se diferencian dos grupos (Grupo 1: T2, T3, T4 y Grupo 2: T6, T7).

Sin embargo, se puede observar al T1 y T8 que se diferencian entre sí y con los demás grupos (Figura 3).

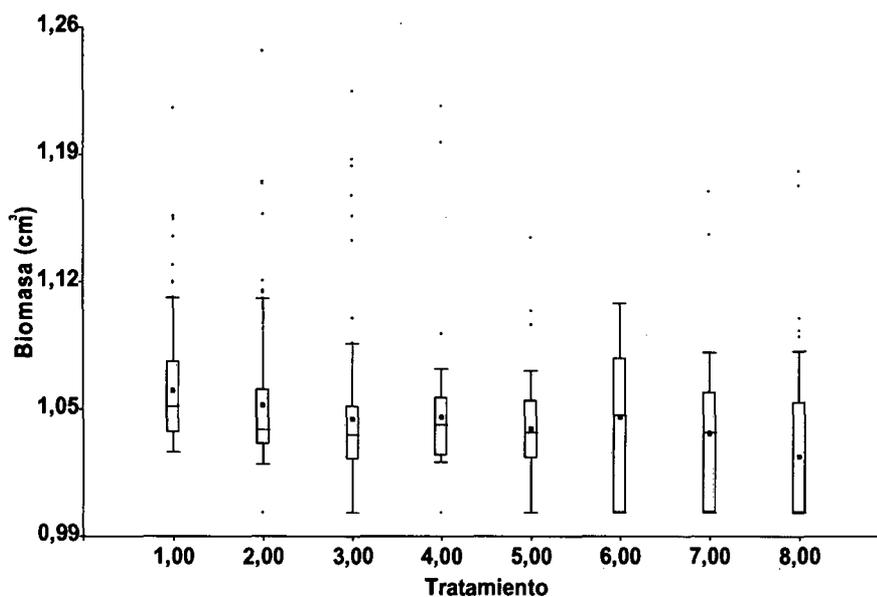


Figura 3. Diagrama de cajas para el incremento en biomasa ( $\text{cm}^3$ ) para los tratamientos.

Diferenciando el T1 y T8, estos presentan medias de 1,06 y 1,03 cm en biomasa. De manera similar el grupo 1 y grupo 2 presentan ligeras diferencias de medias entre sí, que oscilan de 1,04 a 1,05 cm.

Por lo tanto, al testigo (T1) que no se aplicó ninguna dosis de los 4 compuestos del sustrato aplicado a los otros tratamientos, ha tenido mejor incremento en biomasa que los demás tratamientos. Por consiguiente, la dosis de Bocashi EM, causó ligero efecto en el incremento en biomasa de las plántulas de Castaña. La cual es confirmada por el bajo incremento en biomasa en los demás tratamientos (T2, T3, T4, T5, T6 y T7 y T8), (Figura 3).

Cuadro 11. Coeficiente de determinación y variación para el incremento en biomasa (cm<sup>3</sup>).

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Biomasa	600	0,0613	0,0502	3,5886

CV: Coeficiente de variación

Se observa un coeficiente de determinación muestral ajustado de 5,02 % y con un coeficiente de variación de 3,59 %, es decir, que el incremento de diámetro es sutil y varía menos del 4 % del total de los datos registrados (Cuadro 11).

Cuadro 12. Análisis de varianza para diferenciar el incremento en biomasa (cm<sup>3</sup>) entre tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	Sig
Tratamiento	0,0547	7	0,0078	5,5189	**
Error	0,8386	592	0,0014		
Total	0,8934	599			

\*\* : Altamente significativo

El análisis de varianza demuestra diferencias significativas de medias ( $p < 0,01$ ) en el incremento de biomasa (Cuadro 12). Es decir que estadísticamente son diferentes los promedios de biomasa entre tratamientos.

Cuadro 13. Comparación de promedios para el incremento en biomasa (Prueba: Tukey = 0,01).

Tratamiento	Medias	n		
1.00	1,0647	75	A	
2.00	1,0570	75	AB	
4.00	1,0509	75	ABC	
6.00	1,0508	75	ABC	
3.00	1,0498	75	ABC	
5.00	1,0447	75	ABC	
7.00	1,0423	75		BC
8.00	1,0303	75		C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,01$ )

En la comparación de promedios aplicando la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0,01, demuestra diferencias entre T1 y T8, asimismo estos dos tratamientos con los de T2, T3, T4, T5, T6 y T7.

El T1 tiene mayor promedio de incremento en biomasa (1,06 cm) en contraste con el T8 que tiene sólo 1,03 cm y los demás tratamientos tienen promedios intermedios entre el T1 y T8 (Cuadro 13).

Por consiguiente, se confirma que el Bocashi EM, presenta un ligero efecto en el incremento de biomasa en las plántulas de Castaña.

## V. DISCUSIÓN

Analizando la evaluación observamos una diferencia notable entre los dos tratamientos (T1 y T8), de las tres variables morfológicas (altura, diámetro y biomasa) el mejor resultado en las medias en el crecimiento de las plántulas de Castaña se obtuvo el T1 y correspondía al testigo lo cual estaba conformado por bagazo de caña, cascarilla de arroz carbonizado y arena de río. Generalmente los buenos resultados obtenidos por el T1 se debe al buen comportamiento de las características físico - químicas de dicho sustrato, debido a que:

1. El bagazo de caña tiene la función, por medio de sus fibras la de absorción, una buena retención de humedad, un buen almacenamiento de agua y la de una mejor germinación de las semillas (RUANO, 2002), además, de presentar un buen intercambio catiónico (LANDIS, 2004).
2. La cascarilla de arroz carbonizado ayuda a prevenir la lixiviación por ser muy buenos adsorbentes, además demuestran una baja porosidad, resultado atribuido al elevado contenido de cenizas de este material, rico en sílice (Deiana *et al.*, 1998).
3. La arena de río es un material inorgánico que forma parte de un sustrato, tiene como función principal la de producir y mantener una estructura de macroporos que aporta aireación y drenaje, mejora la estructura del sustrato (LANDIS, 2004).

Por otro lado, la buena repuesta de las variables altura y diámetro en el T1 indican que la altura es un indicador del grado de desarrollo de la parte aérea, por lo que presenta fuerte correlación con el número de hojas o acículas y la superficie foliar, que determina los procesos de transpiración (LEYVA, 2000). Y el diámetro es una medida de la robustez del plantín y se lo ha considerado como el mejor predictor individual del crecimiento y la supervivencia en campo (THOMPSON, 1998).

Mientras que el T1 mostraba menor variación, el T8 era todo lo contrario, indicaba una mayor variación debido a que las plántulas de Castaña se iban muriendo por la alta concentración del Bocashi EM. Lo cual coincide con lo mencionado por (RESTREPO, 1996), quien señala que la inclusión de elevadas tasas de abonamiento a un sustrato afecta adversamente a las plantas en especial a la raíz quemándolas por completo.

En términos generales en el trabajo de investigación, las diferentes dosis de Bocashi EM, tuvieron una mínima influencia en el crecimiento en plántulas de Castaña debido a la compactación que tuvo el sustrato al momento de mezclarlo con el Bocashi EM, de tal manera no hubo una proporción en el crecimiento entre la parte radicular y la parte aérea. El exceso de compactación puede afectar a las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato (RUANO, 20002).

Lo cual nos indica cuán importante es tener un sustrato con características físico – químicas ideales para un buen crecimiento de la raíz y que pueda captar sus nutrientes y tener un buen desarrollo de la parte aérea.

## **VI. CONCLUSIONES**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, en relación al efecto de la dosis de Bocashi EM, se concluye lo siguiente:

1. El efecto de las siete dosis de Bocashi EM, tuvo una influencia no significativa en el crecimiento en altura, diámetro y biomasa de las plántulas de Castaña producidas en tubetes.
2. El testigo conformado por bagazo de caña, cascarilla de arroz carbonizado y arena de río, influye significativamente en el crecimiento de plántulas de Castaña.
3. El Bocashi EM, no determinó la producción óptima de plántulas de Castaña.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Producir plantones de Castaña en tubetes utilizando como sustrato (bagazo de caña, cascarilla de arroz carbonizado y arena de río) ya que esta especie se adapta bien a este sustrato.
2. No utilizar abonos orgánicos durante la etapa de vivero de la Castaña.
3. Realizar otras pruebas empleando Bocashi EM, en especies forestales que presentan semillas con embriones pequeños.
4. Utilizar abonos orgánicos en la producción de plantones y así contribuiremos a la protección del ambiente y la salud humana.
5. Utilizar otros porcentajes o dosis del abono orgánico Bocashi EM, en posteriores trabajos de investigación.

## VIII. ABSTRACT

The present study of field was executed in the instalations of the Investigations Institute of the Peruvias Amazonia (IIAP), branch Madre de Dios. Specifically in the nursery during a period of nine months.

This investigatiion has as a principal objective, the investigation of seven Bocashi doses on the growth of plants of chestnut, in order to determine the best treatment (doses) to obtain plants of quality, and not to depend on inorganic fertilizers in the production of grafts in tubetes.

The experiment was represented by 24 trays constituted by 600 grafts of chestnut which was formed by eight treatments. Bocashi EM, was applied to seven of them which substratum was composed by bagasse of cane, hust of carbonized rice and fine sand.in a proportion of 5 % to the T2, 10 % to the T3, 20 % to the T4, 30 % to the T5, 40 % to the T6, 50 % to the T7 and 70 % to the T8. Which we proceeded to evaluate every two weeks for four months, included to the witness T1 that was composed by bagasse of cane, husk of carbonized rice and sand.

The experiment design tha was in use in this test corresponded to a design completelly at random (DCA). Three factors were evaluated: increase in

height, increase in diameter and increase in biomass. The evaluated variables were submitted to the transformation of  $\sqrt{x+1}$  and then to the test of Tukey with a level of significance of 0.01 of probability.

As a result we obtained that the maximum mean in increase of height is 2.61 cm. that correspond to the T1, in contrast with the T8 which presents a mean relatively low, of 1.61 cm. As for the increase of diameter presents light variations in function to the average with the maximum of 1.01 cm. that corresponds to the T1 different to the T8 with a mean 1.00 cm. The last factor that corresponds to the increase of biomass, presents a mean of 1.06 cm. corresponding to the T1, whereas the minimum mean was obtained by T8 with a value of 1.03 cm.

Statistically, we show, by the analysis of variance that exists a significant difference among the different treatments which present as in increase of height, increase in diameter and increase in biomass. Obtaining the best result the T1 in the three evaluated factors.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASIS. 2002. Uso de la arena como sustrato. [En línea]: INTA, ([www.anasac.cl/saveasdialog.asp?cod cont=1850&bogus=Usos Arena .pdf](http://www.anasac.cl/saveasdialog.asp?cod_cont=1850&bogus=Usos_Arena.pdf) -, documento, 11 Abr. 2008).
- BELTRATI, T. 1990. Morfología e anatomía da sementes da castanha. Rio Claro, Brasil. 100 p.
- CTMC. 2006. La cadena de valor de la Castaña Amazónica del Perú. Comité técnico multisectorial de la castaña. Puerto Maldonado, Perú. 150 p.
- CORVERA, R. 2007. Sistemas de producción de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) con fines comerciales. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Puerto Maldonado, Perú. 20 p.
- CUCULIZA, P. 1998. Aspectos agroeconómicos y técnicos sobre *Bertholletia excelsa*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Puerto Maldonado, Perú. 36 p.
- CUCULIZA, P. 2000. Tratamientos en la semilla de Castaña (*Bertholletia excelsa* HBK). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Puerto Maldonado, Perú. 25 p.
- ESCOBAR, R. 1999. Nutrición y fertilización en viveros forestales. Agroanálisis Forestal. Santiago de Chile, Chile. p. 8 - 11.

- DEIANA, A. C., NORIEGA, S. E., PETKOVIC, L. M. 1998. Carbón activado a partir de materias primas regionales Información Tecnológica. p. 9 - 89.
- GIL, M., RUEDA., SALGADO, A., VARELA, B. 2006. Guía de uso de la tecnología EM. Bogotá, Colombia. p. 2 - 6.
- GRANADOS, R., VENTURINI, A., SERGIO, M. 2004. Carbonos activados a partir de cascarilla de arroz. Universidad de la República Oriental del Uruguay. Montevideo, Uruguay. p. 1 - 13.
- LANDIS, T. 2004. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedores. [En línea]: RNGR, (<http://www.rngr.net/>, documento, 05 Abr. 2008).
- LEYVA, I. 2000. Producción de plantas de *Eucaliptus grandis* en viveros, mediante la obtención de un sustrato utilizando como elemento principal la cachaza. Guantánamo, Cuba. p. 1 - 10.
- MANIPULACIÓN Y EVALUACIÓN FORESTAL DE BOSQUES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE DE MADRE DE DIOS. 2002. Puerto Maldonado, Perú. 180 p.
- MASAKI, S., LEBLANC, M., TABORA, P. 2000. Bocashi. Guácimo, Limón, Costa Rica. p. 1 - 25.
- MORALES, M., VIEDMAN, M. 1998. Guía para la evaluación de plántulas en vivero. Programa Red Nacional de Semillas Forestales. Cochabamba, Bolivia. p. 37 - 52.
- MULLER, C. H. 1991. Castanha do Brasil; Estudos Agronômicos. São Paulo, Brasil. 25 p.

- PEÑUELAS, J., OCAÑA, L. 1996. Cultivo de plantas forestales en contenedores, principios y fundamentos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Centro de Publicaciones. Madrid, España. 190 p.
- PEREIRA, I., MAURO, E., LOSADA, M. 2000. Aspectos da anatomía de amendoas e plántulas de Castanheira do Brasil. Sao Paulo, Brasil. p.11 - 19.
- RESTREPO, J. 1996. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. OIT, PSST; CEDECE. 51p.
- RODRÍGUEZ, M., PANIAGUA, G. 1994. Horticultura orgánica: Una guía basada en la experiencia en Laguna de Alfaro Ruiz, Costa Rica. Fundación Guilombe, San José, Costa Rica. p. 41-50.
- RUANO, R. 2002. Viveros Forestales. Madrid, España. 281 p.
- SIIT. 2002. Sistema integrado de información taxonómica SIIT. [En línea]: SIIT, ([http://siit.conabio.gob.mx/pls/itisca=itismx&p\\_lang=es](http://siit.conabio.gob.mx/pls/itisca=itismx&p_lang=es), documento, 01 Abr. 2008).
- THOMPSON, B. 1998. Why fall fertilize. Proc. of Western Forestry Nursery Council. Washington, Estados Unidos. p. 85 - 91.

## **X. ANEXOS**

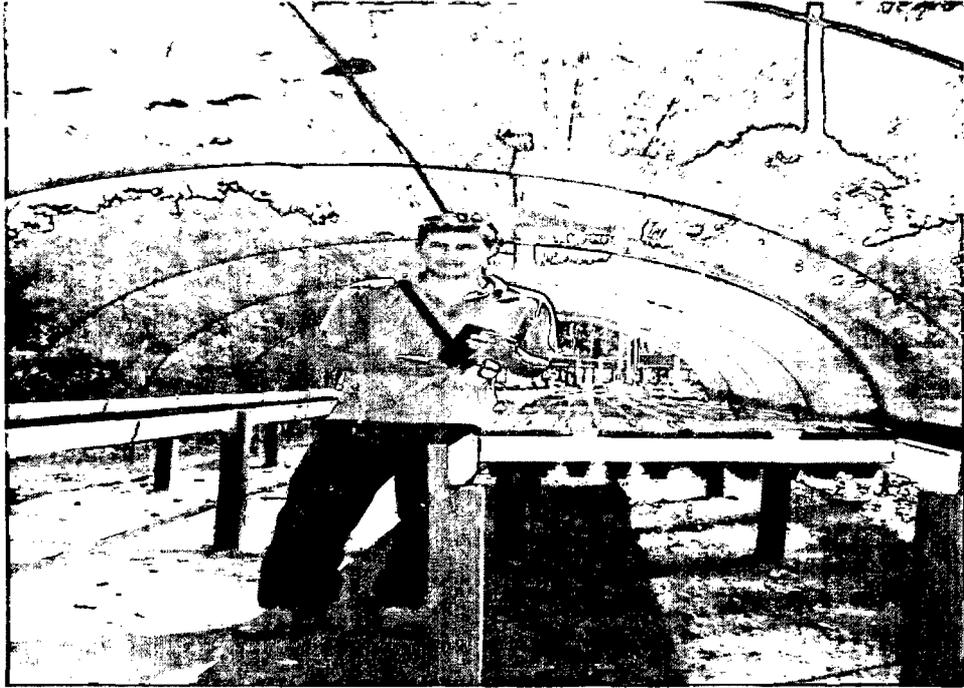


Figura 4. Mostrando los tubetes.



Figura 5. Selección de semillas de Castaña.



Figura 6. Siembra de semillas de Castaña.



Figura 7. Componentes para la elaboración del Bokashi EM.



Figura 8. Componentes del testigo.



Figura 9. Mezcla del Bocashi EM.



Figura 10. Llenado de tubetes.



Figura 11. Repique de plántulas de Castaña.

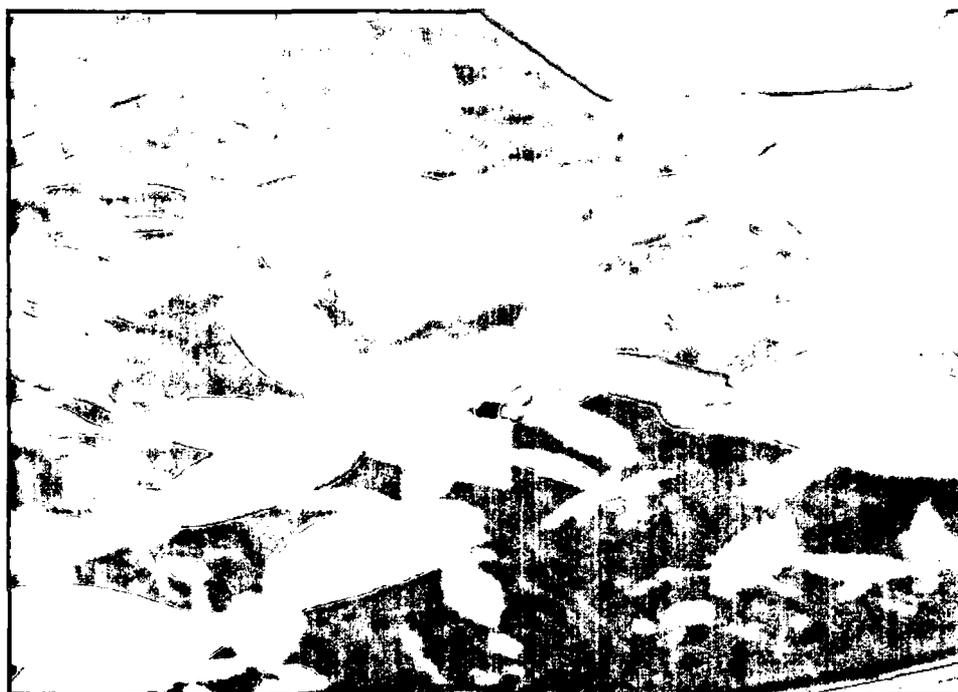


Figura 12. Medición del diámetro de plántulas de castaña.

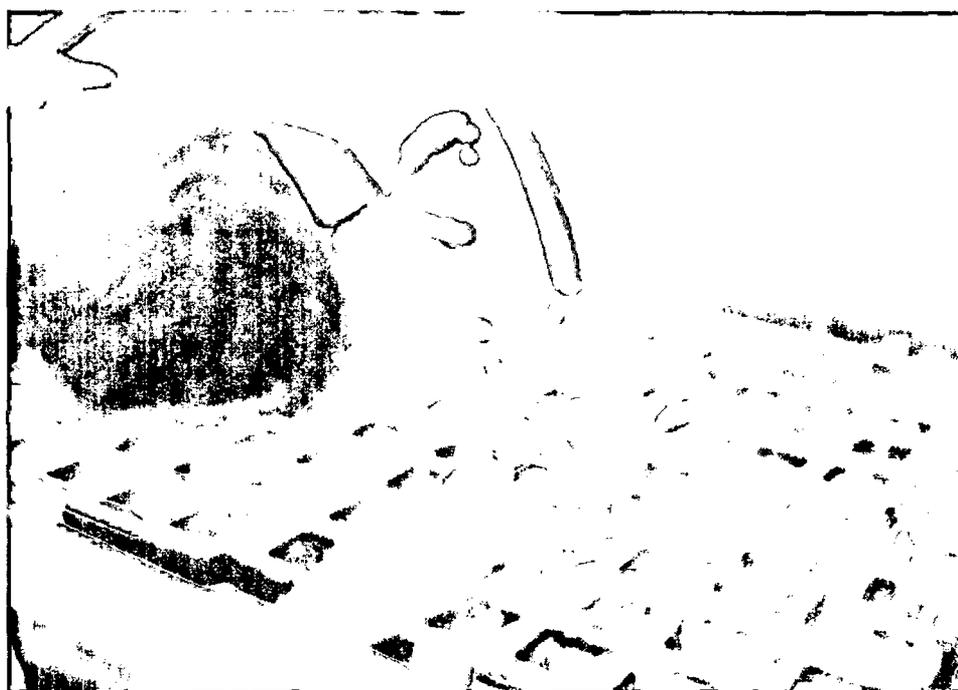
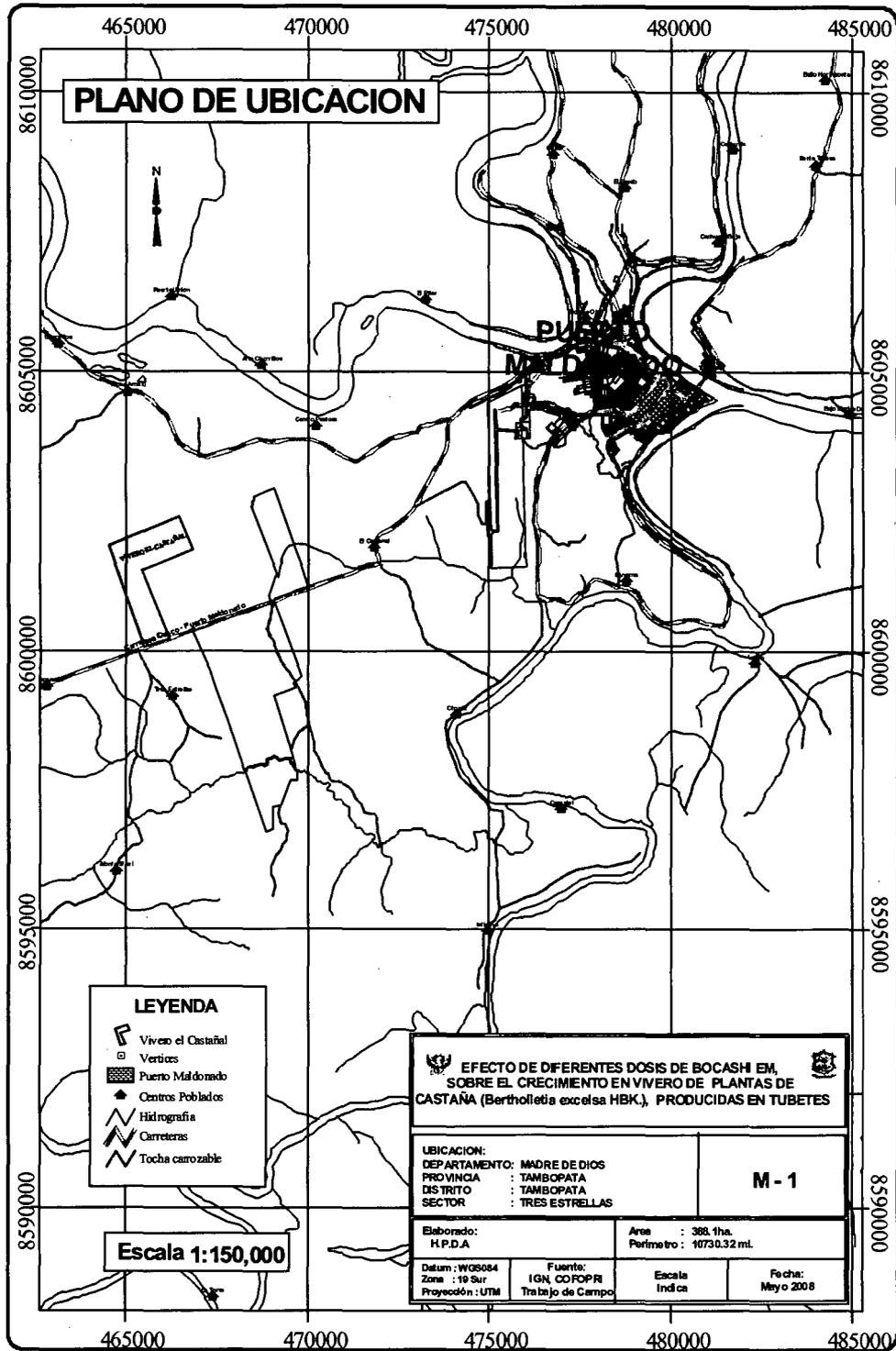


Figura 13. Medición de altura de plántulas de castaña.



**PLANO DE UBICACION**

**LEYENDA**

- Vivero el Castañal
- Vertices
- Puerto Maldonado
- Centros Poblados
- Hidrografía
- Carreteras
- Tocha carrozable

**Escala 1:150,000**

**EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE BOCASHI EM, SOBRE EL CRECIMIENTO EN VIVERO DE PLANTAS DE CASTAÑA (Bertholletia excelsa HBK), PRODUCIDAS EN TUBETES**

<b>UBICACION:</b>		<b>M - 1</b>
DEPARTAMENTO: MADRE DE DIOS		
PROVINCIA: TAMBOPATA		
DISTRITO: TAMBOPATA		
SECTOR: TRES ESTRELLAS		
Elaborado: H.P.D.A.	Área: 388.1ha. Perímetro: 10730.32 ml.	
Datum: WGS84 Zona: 18 Sur Proyección: UTM	Fuente: IGN COFOPR Trabajo de Campo	Escala: Indica
		Fecha: Mayo 2008