

MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD
UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS



FACULTAL DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CACAO SILVESTRE (*Theobroma
speciosum* Wild.) A NIVEL DE VIVEROS EN LA PROVINCIA DE
TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

TESISTA

Bach. CARLOS JAVIER BOURONCLE RODRÍGUEZ

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

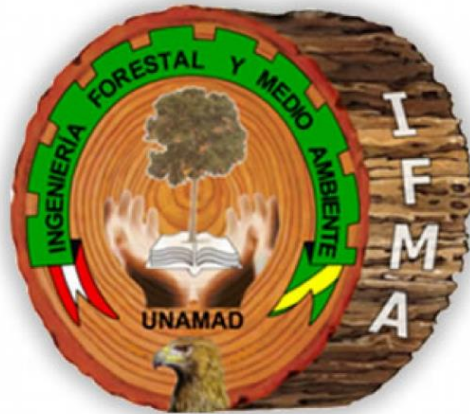
ASESOR

Msc. JOEL PEÑA VALDEIGLESIAS

PUERTO MALDONADO – PERU

2017

MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD
UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS



FACULTAL DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**

**CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CACAO SILVESTRE (*Theobroma
speciosum* Wild.) A NIVEL DE VIVEROS EN LA PROVINCIA DE
TAMBOPATA - MADRE DE DIOS**

TESISTA

Bach. CARLOS JAVIER BOURONCLE RODRÍGUEZ

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

ASESOR

Msc. JOEL PEÑA VALDEIGLESIAS

PUERTO MALDONADO – PERU

2017

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada a mi madre, pilar fundamental en mi vida. Sin ella, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ella el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general. También dedico este proyecto a mi esposa, compañera inseparable de cada jornada. Ella representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

A mis hermanos, amigos y familiares en general, gracias por el apoyo brindado en todo momento, por sus consejos e incondicional amistad.

Carlos Javier Bouroncle Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento a las personas e instituciones que contribuyeron significativamente al desarrollo de la presente investigación, a los cuales quiero expresar mi gratitud.

En primer lugar a Dios todo poderoso por darme la oportunidad de tener momentos muy agradables durante mis ciclos de estudios en la “UNAMAD”, y en toda mi vida.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, “UNAMAD”, Facultad de Ingeniería por la formación académica profesional durante los años de estudios.

De manera especial y sincera a mi Asesor Msc. Joel Peña Valdeiglesias, por sus valiosas sugerencias, paciencia y disposición de tiempo para ayudarme, siendo un apoyo incondicional para que la investigación pueda realizarse.

A los miembros del jurado de la tesis: Dr. Gabriel Alarcón Aguirre, Msc. Telesforo Vásquez Zavaleta, Ing. Mauro Vela da Fonseca; por la orientación oportuna durante la revisión, corrección del presente proyecto de investigación.

Al Bach. Ing. Gerson Sanchez Díaz, gran amigo, compañero de aula, quien ayudo de manera activa en todo el proceso de desarrollo de la tesis.

Al Sr. Leonardo Gamarra Castro, colaborador del Vivero “El Bosque” de la UNAMAD, quien me colaboro de manera activa en la ejecución del proyecto.

A todos mis amigos, compañeros y personas que de alguna manera han estado presentes en mi vida para hacerla más amena.

Carlos Javier Bouroncle Rodríguez

INDICE

	Pág.
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I	5
I. MARCO TEORICO	5
1.1. Antecedentes.	5
1.2. El género <i>Theobroma</i>	6
1.3. El cacao silvestre <i>Theobroma speciosum</i> Will. Ex Spreng.....	7
1.4. Aspectos taxonómicos de <i>Theobroma speciosum</i> Will. ex Spreng	8
1.5. Descripción botánica de la especie	9
1.6. Aspectos ecológicos.....	9
1.7. Utilización de la Especie	10
1.8. El vivero y su manejo	12
1.9. La materia orgánica.....	13
CAPITULO II	14
2. MARCO TEORICO	14
2.1. Materiales, equipos y herramientas	14
2.1.1. Materiales.....	14
2.1.2. Equipos	14
2.1.3. Herramientas.....	14
2.2. Metodología	15
2.2.1. Localización del área de estudio	15
2.2.2. Acondicionamiento de las semillas y de las plantas.....	16
a. Obtención de semilla.....	16
b. Tratamiento de la semilla	16
c. Germinación de las semillas	16
d. Preparación del sustrato	16
e. Repique de las plantas.....	16
2.2.3. Tratamientos y Diseño Experimental.....	17
2.2.4. Parámetros a evaluar	18
a. Altura de la planta.	18
b. Diámetro del cuello de la planta.	18
c. Número de hojas por planta.	18
d. Biomasa seca por planta.....	18

CAPITULO III	19
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	19
3.1. Características morfológicas de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng en vivero.....	19
3.1.1. Aparición de la radícula.....	19
3.1.2. Elongación radicular.....	19
3.1.3. Formación de la nueva planta	20
3.2. Patrón de crecimiento de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng en vivero. 24	
3.2.1. Altura de la planta.	24
a. Hasta los 60 días.	24
b. Entre 60-135 días.....	24
3.2.2. Diámetro del cuello de la planta.-	25
3.2.3. Numero de hojas por planta.-	27
3.3. Efecto de la materia orgánica en el crecimiento de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng en vivero.	29
3.3.1. Análisis de suelo	29
3.3.2. Efecto en la altura de la planta.....	29
3.3.3. Efecto en el diámetro del tallo de la planta.-	31
3.3.4. Efecto en el número de hojas por planta.....	32
3.3.5. Efecto en la biomasa por planta.....	33
CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	38
ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Nº.	Pág.
Cuadro 1: Análisis de suelo para cada tratamiento.....	29
Cuadro 2: Análisis de variancia de la altura de la planta de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.....	30
Cuadro 3: Análisis de variancia del diámetro del tallo de la planta de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	31
Cuadro 4: Análisis de variancia del número de hojas de la planta de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	32
Cuadro 5: Análisis de variancia de la biomasa de las plantas de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.....	33
Cuadro 6: Altura promedio (cm) de las plantas al día 240	46
Cuadro 7: Diámetro promedio a la altura del cuello (mm) de las plantas al día 240.....	46
Cuadro 8: Número de hojas promedio de las plantas al día 240	46
Cuadro 9: biomasa aérea promedio (g) de las plantas al día 240.....	47
Cuadro 10: Biomasa subterránea promedio (g) de las plantas al día 240	47
Cuadro 11: Biomasa total promedio (g) de las plantas al día 240	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº.	Pág.
Figura 1: Ubicación de área de estudio, Las Piedras, Tambopata - Madre de Dios.....	15
Figura 2: Croquis experimental del estudio.....	17
Figura 3: Formación del Hipocotilo en las semillas de <i>Theobroma speciosum</i> Will. ex Spreng a los 6 días de establecidas en el germinadero	19
Figura 4: Variabilidad del crecimiento radicular en <i>Theobroma speciosum</i> Will. ex Spreng	20
Figura 5: Formación de la nueva planta de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	20
Figura 6: Germinación epigea en <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng .	21
Figura 7: Plantas de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng listas para el repique.....	21
Figura 8: Plantas de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng, 1 mes después del repique	22
Figura 9: Plantas de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng al final del experimento: a) y b) parte aérea (hojas y tallo), y c) parte subterránea (raíces).....	23
Figura 10: Forma y tamaño de las hojas de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	23
Figura 11: Altura de las plantas de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng en vivero	24
Figura 12: Correlación entre Altura de las plantas y su edad	25

Figura 13: Diámetro del cuello de la raíz de las plantas de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng en vivero	26
Figura 14: Correlación entre Diámetro de las plantas y su edad	26
Figura 15: Numero de hojas/planta de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng en vivero	28
Figura 16: Correlación entre el Numero de hojas de las plantas y su edad..	28
Figura 17: Altura de las plantas de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng en vivero	30
Figura 18: Diámetro del cuello de la planta de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng en vivero.....	31
Figura 19: Numero de hojas/planta de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng en vivero	33
Figura 20: Biomasa seca total de las plantas de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	34
Figura 21: Biomasa seca de <i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng: a) de la parte aérea de la planta (hojas y tallos) y b) parte subterránea (raíces).	34
Figura 22. Sustrato utilizado en el experimento: materia orgánica (izquierdo) y suelo rojizo (derecha)	42
Figura 23. Sustrato embolsado y distribución de los tratamientos en el vivero	42
Figura 24. Germinadero con sustrato de arena fina.....	43
Figura 25. Repique de las plántulas de <i>Theobroma speciosum</i> Will. ex Spreng	43
Figura 26. Instalación definitiva del experimento	44

Figura 27. Crecimiento y desarrollo de las plantas de <i>Theobroma speciosum</i> Will. ex Spreng.....	44
Figura 28. Selección final de plantas al azar para evaluación de la biomasa	45
Figura 29. Planta de <i>Theobroma speciosum</i> Will. ex Spreng mostrando su sistema radicular.....	45

RESUMEN

En los bosques del Departamento de Madre de Dios existen en forma natural poblaciones de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng subutilizadas que no son aprovechadas por el desconocimiento de las características de los mismos, con la finalidad de generar y contribuir en el desarrollo de conocimiento, en el presente estudio se evaluó el crecimiento y desarrollo de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng a nivel de vivero, para el cual se recolectaron mazorcas de 10 plantas madres, provenientes de la provincia de Tambopata, seleccionadas de forma natural. Se encontró que el tipo de germinación es epigea, y que luego de 32 días en el almacigo las plantas están aptas para ser repicadas a las bolsas del vivero. Las hojas tienen forma ovalada, están dispuestas alternadamente en forma de espiral en el tallo, y de acuerdo a su borde son enteras. Las hojas más viejas son duras y coriáceas. 240 días después del repique se obtuvieron plantas con una altura promedio de 33,56 cm, se lograron plantas con un diámetro promedio al cuello de la planta de 5,48 mm y con un número promedio de hojas de 8,99. Así mismo, con los datos obtenidos se pudo construir modelos lineales y logarítmicos que explicaron este crecimiento. No se encontraron diferencias significativas por efecto de la aplicación de la materia orgánica al sustrato en la altura de las plantas, en el incremento diamétrico, en el número de hojas ni en la biomasa total por planta de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng al final del experimento.

Palabras claves: vivero, materia orgánica, *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng

ABSTRACT

In the forests of the Department of Madre de Dios there are naturally underutilized populations of *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng that are not exploited by the lack of knowledge of the characteristics of them, and in order to contribute to the knowledge of the same in the present study, Growth and development of *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng at nursery level, for which harvests were collected from 10 mother plants from the naturally selected province of Tambopata. It was found that the type of germination is epigeal, and that after 32 days in the germinadero the plants are apt to be peeled to the nursery bags. The leaves have an oval shape, are arranged alternately in a spiral form on the stem, and according to their border are whole. The older leaves are hard and coriaceous. 240 days after the peel, plants with an average height of 33,56 cm were obtained, plants with an average diameter at the neck of the plant of 5,48 mm and with an average number of leaves of 8,99 were obtained. Likewise, with the data obtained, it was possible to construct linear and logarithmic models that explained this growth. No significant differences were found due to the application of organic matter to the substrate at plant height, diameter increase, leaf number or total biomass per plant of *Theobroma speciosum* at the end of the experiment.

Key words: nursery, organic matter, *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng

INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de cacao (*Theobroma speciosum* Will. ex Spreng) silvestre se encuentran en zonas de difícil acceso (selvas tropicales de Sudamérica), limitando las exploraciones y el cuidado de los materiales colectados. En este dilema, es necesario una planificación y administración apropiadas del material genético y determinar de forma exhaustiva la diversidad y sus rasgos importantes mediante su caracterización y evaluación. Esto incrementará su relevancia y utilidad (Engels y Visser, 2007).

En los bosques del departamento de Madre de Dios, existen en forma natural individuos de cacao silvestre, por lo que existe la necesidad de aprovechar y revalorar este recurso forestal nativo que nos ofrece la Amazonia, la misma que está adaptada a las condiciones naturales extremas de la Amazonia Sur del Perú con suelos pobres, extremadamente ácidos y condiciones de sequía e inundación.

En la actualidad esta especie no está siendo utilizada por el desconocimiento del potencial del mismo, por lo que es necesario conocer su comportamiento desde la germinación y cuál es el efecto de la materia orgánica a nivel de vivero.

Por lo que nos planteamos las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las características morfológicas del cacao silvestre desde su germinación?
- ¿Cuál es el patrón de crecimiento del cacao silvestre a nivel de vivero?
- ¿Cuál es la respuesta de las plantas del cacao silvestre a la aplicación de diferentes niveles de materia orgánica a nivel de vivero?

El Objetivo general del presente estudio fue: Evaluar el crecimiento y desarrollo del cacao silvestre (*Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng) a nivel de vivero en la provincia de Tambopata, Madre de Dios

Los objetivos específicos:

- Determinar las características morfológicas del cacao silvestre durante el desarrollo en vivero.
- Evaluar el patrón de crecimiento del cacao silvestre a nivel de vivero.
- Determinar la respuesta de las plantas del cacao silvestre a la aplicación de diferentes niveles de materia orgánica a nivel de viveros.

La hipótesis planteada es la siguiente: Por efecto de la aplicación de más cantidad de materia orgánica al suelo se tendrán plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng más altas, con mayor diámetro, mayor número de hojas y mayor biomasa en viveros.

La variable independiente identificada es la cantidad de materia orgánica aplicada a las plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng en vivero.

Las variables dependientes son la altura de la planta (expresada en cm), el diámetro del cuello de la planta (expresado en mm), el número de hojas y la biomasa por planta (expresada en g).

La población total en el presente estudio fue de 625 plantas, donde para evaluar la altura, el diámetro y el número de hoja/planta se consideró a todos los individuos, mientras que para evaluar la biomasa solo se tomó una muestra de 125 plantas.

CAPITULO I

I. MARCO TEORICO

1.1. Antecedentes.

- **Antecedentes Internacionales**

Las semillas de *Theobroma speciosum* Will. ex Spreng presentan un comportamiento recalcitrante cuando estas son almacenadas (Carvalho *et al.*, 2001). Los frutos deben ser cosechados directamente del árbol cuando adquieren una coloración amarilla, y las semillas deben ser colocadas para germinar después de la cosecha directamente en embalajes individuales conteniendo un sustrato orgánico-arenoso, después son dejados al ambiente y bajo sombra. La germinación ocurre en 15-25 días, con una baja tasa de germinación (Lorenzi, 1998). Los indígenas colocan las semillas cuando apenas el exocarpo del fruto se está amarillando, de otra forma las semillas están en estado inviable (Balée, 1994).

Las plantas de vivero deben ser transplantadas en campo definitivo a los 6-7 meses. En el campo el desarrollo de la plantas es lento, llegando hasta 1,5 m de altura a los 2 años (Lorenzi, 1998).

Paredes y Zonta (2015) reportan alturas promedio de plantas de copoazu (*Theobroma grandiflorum*) en viveros entre 24,87 y 32,87 cm. En este caso los autores evaluaron el desarrollo de plantas de copuazú por efecto de la aplicación de micorrizas y cal en el sustrato.

Neto y da Silva (2011) indican que la flora amazónica presenta elementos ricos y de gran potencialidad para su uso, dentro de estas especies esta *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng conocida como los "cacaos" en el estado de Mato Grosso, Brasil; y es utilizado ampliamente en la región amazónica. *T. speciosum* presenta un árbol de tamaño mediano, inflorescencia de color rojo-púrpura y una alta distribución en la región amazónica. Los registros etnobotánicos de la especie están relacionadas en gran medida con el uso y disfrute de la semilla. Su fructificación se produce a

partir de febrero a abril, donde a veces las semillas se pueden encontrar en las ferias públicas.

- **Antecedentes Nacionales**

Los estudios realizados tanto por APECO (2001), Field Museum y Antonio Brack citados por Arévalo (2011), lograron identificar hasta cuatro especies entre la Cordillera Azul y la Cordillera Escalera:

- Cacao (*Theobroma cacao*)
- Macambo (*Theobroma bicolor*)
- Cacao sacha (*Theobroma speciosum*)
- Cacahuillo (*Theobroma subincanum*)

Gamboa (2015) obtuvo alturas de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero entre 33,71 y 53,21 cm después de 180 días de crecimiento en vivero, esto con la finalidad de estudiar el comportamiento de los patrones antes del injerto y el comportamiento de las plantas injertadas en vivero en Satipo Perú.

1.2. El género *Theobroma*

El género *Theobroma* es originario de América Tropical, específicamente de la cuenca alta del río Amazonas. El género posee algunas especies de gran relevancia económica en los trópicos, principalmente *Theobroma cacao* y en mucho menor grado *T. grandiflorum* y *T. bicolor*. Tiene una incidencia mayor en bosques de tierra firme, a veces se encuentra en bosques secundarios pero nunca abundantes (Shanley, Cymerys, Serra, y Medina, 2012).

En el Perú, el género *Theobroma* presenta la mayor distribución geográfica, crece en Loreto, Madre de Dios y Ucayali (Bendezu, 2014). También se encuentra en las regiones de Amazonas y San Martín, siendo el principal foco geográfico los afluentes del Río Huallaga y Marañón. (Región alta del río Amazonas, incluyendo Río Nanay, Río Morona, Río Marañón, Río Ucayali y sus afluentes) (Evans, 1998).

Todas las especies amazónicas del género *Theobroma* (tales como: *T. cacao* L., *T. obovatum* Bern., *T. subincanum* Mart., *T. speciosum* (L.) Willd, *T. grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) producen frutos comestibles de cuyas semillas se puede producir chocolate (Cuatrecasas, 1964). Taxonómicamente el género *Theobroma* y sus respectivas especies estaban circunscritas a la familia Sterculiaceae (Cronquist, 1988), sin embargo actualmente, frente a las nuevas disposiciones está posicionado en la familia Malvaceae (Bremer et al., 2009)

1.3. El cacao silvestre *Theobroma speciosum* Will. Ex Spreng

De acuerdo a (Bendezu, 2014) *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng tiene las siguientes sinonimias:

- *Sapokaia brasiliensis* Rich. ex A. Chev.
- *Theobroma quinquenervium* Bernoulli
- *Theobroma speciosum* var. *Coriaceum* Huber
- *Theobroma speciosum* var. *Quinquenervium* (Bernoulli) K. Schum.

Theobroma speciosum Willd. ex Spreng, popularmente conocido como cacauí pertenece a la familia Malvaceae y posee una distribución predominantemente pantropical, (Souza y Lorenzi, 2008). Es genéticamente cercano al cacao (*T. cacao*) y copoazu (*T. grandiflorum*) y es una posible fuente de genes. En Brasil es conocido como “cacauí”, en Perú como “cacaoy”, “cacaófillo”, “cacaú-rana”, “cacao biaro”, “cupuyh”, “cacao sachá”, y en Bolivia como “chocolatillo” (De Souza y Venturieri, 2010).

Yoshitome *et al.* (2008) estudiaron el cariotipo y el índice meiótico del cacauí (*Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng). Para el análisis citológico, las semillas se colocaron y germinaron en un ambiente controlado. Después de la germinación, los meristemas radicales fueron recogidos y sometidos a diferentes procedimientos con el fin de acumular las células en estado de metafase. Encontraron que el cacauí tiene $2n = 2x = 20$ cromosomas, y en todas las poblaciones el índice meiótico está cerca de 80%, variando de 79,33% a 76,33%.

En un estudio de biología floral de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng, de Souza y Venturieri (2010) encontraron que los botones de las flores rompieron sus sépalos de las 14h a 22h con mayor frecuencia y está completamente abierto a las 6 de la mañana siguiente. Los brazos estigmáticos tienen un exudado, con el nivel máximo a las 6:10 am del mismo día. Las lígulas eran las partes florales con olor más intenso. Las flores eran receptivas a lo largo de la mañana y la tarde del día de la antesis. Aproximadamente el 65% de las flores fueron polinizadas de forma natural, pero sólo un 0,85% había formado fruta. La caída de las flores se produjo con mayor frecuencia a las 6 horas del segundo día después de la antesis. Polinizaciones controladas mostraron que cacaui es una especie de autoincompatible.

Caracterizando molecularmente a *T. speciosum*, Giustina et al. (2014) analizaron la estructura de la población y la diversidad genética dentro y entre poblaciones naturales de *T. speciosum* mediante el uso de marcadores moleculares ISSR para entender la estructura de la población de la especie. Cuatro poblaciones naturales de la selva amazónica con sede en el Estado de Mato Grosso fueron estudiadas, se encontraron 101 loci, de los cuales 54,46% fueron polimórficos a nivel de especie. El flujo de genes entre poblaciones fue bajo, lo que demostró el aislamiento genético entre poblaciones.

El cacaui es entre las especies del género, la que posee el contenido de grasa más parecido con el cacao, o sea es un sucedáneo potencial que alcanza hasta 14 m de altura (Silva, Venturieri, y Figueira, 2004). *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng presenta $2n = 2x = 20$ cromosomas igual que el cacao (*Theobroma cacao*) (Yoshitome et al., 2008).

1.4. Aspectos taxonómicos de *Theobroma speciosum* Will. ex Spreng

La clasificación taxonómica según el Grupo para la Filogenia de las Angiospermas (Bremer et al., 2009) es como sigue:

Reyno: Plantae
Division: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Malvales
Familia: Malvaceae
Género: Theobroma
Especie: *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng.

1.5. Descripción botánica de la especie

El árbol de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng. es de tamaño mediano que puede alcanzar hasta 15 metros de altura, con tronco estrecho y pequeña despensa. Las hojas son coriáceas, ovaladas-oblongas o rectangulares elíptica con la base subarredondada, de 20 a 40 cm de largo y de 7 a 18 cm de ancho. Tiene racimos de pequeñas flores de color rojo oscuro para cubrir su torso (caulifloria) que exudan olor fuerte a cáscara de limón, de color rojo oscuro en los sépalos, pétalos y estambres; los estambres están en el número cinco. Su fruto es como el cacao, aunque menor, que tiene la forma de un elipsoide redondeada alrededor de 12 cm de largo, y ligeramente pentagonal ranurado, con una ligera piel aterciopelada de color amarillo. Cada fruta es de aproximadamente 30 semillas rodeadas de una pulpa blanca, casi sin olor (Lorenzi, 1992)

Sus semillas se utilizan para producir un chocolate cuya calidad está clasificado como bajo por algunos y excelente por otros. La belleza de sus flores le da valor ornamental. Ha sido estudiado para la hibridación con el cacao y el copuazu, sobre todo para lograr una mayor resistencia al virus de cacao (CSSV) y la escoba de bruja (Cavalcante, 1991).

1.6. Aspectos ecológicos

Es una especie perennifolia, climax de luz difusa. Ocurre como parte del sotobosque (Lorenzi, 1998). De acuerdo con Fróes (1959) los individuos están normalmente entre el tercer y cuarto piso del bosque virgen.

Es espontanea de la amazonia (Gomes, 1997) donde es muy común y de gran ocurrencia (Fróes, 1959). Crece preferentemente en tierra firme no inundable, siendo bastante dispersa, no frecuente y poco cultivada (Cavalcante, 1991; Zoghbi *et al.*, 2000).

La floracion ocurre entre los meses de agosto a octubre, madurando los frutos entre febrero y abril (Lorenzi, 1998; Zoghbi *et al.*, 2000). Produce anualmente gran cantidad de semillas viables diseminadas por la fauna en general (Lorenzi, 1998).

El cacaui esta adaptado a la polinizacion de dipteros saprófagos. Estos insectos fueron evaluados en dos áreas de preservacion (la primera in situ y la segunda ex situ) y se constato que los insectos de la familia Drosophilidae y Phoridae visitan las flores en el horario de mayor receptividad floral, llevando el polen en sus cuerpos tal como lo hacen los polinizadores. Entre las dos areas se encontro que *Drosophila sp* fue el principal polinizador (Martins y Silva, 2003).

1.7. Utilizacion de la Especie

- **Alimento humano**

Cuando los frutos estan maduros pueden ser encontrados en las ferias (Cavalcante, 1991). La pulpa azucarada es consumida al natural, la misma que puede ser utilizada para refrescos y jaleas (Ferrão, 2001), dulces y helados (Saddi, 1977).

Las semillas son ampliamente utilizadas para la elaboracion de chocolates, bombones y bebidas (vinos, licores, vinagres, etc.) (Saddi, 1977). Cuando son peladas contienen 27% de aceite blanco, poco consistente, que con refinacion podria ser comestible mas no es muy interesante. Cuando estan secas (42% de humedad), las semillas poseen un peso medio de 1,5 g compuesta por 30% de cascara y 70% de almendras(Pesce, 1941).

En su trabajo sobre aprovechamiento y sabiduría femenina de los recursos florísticos en reservas extractivistas de Acre, Kayner y Duryea (1992) identificaron que *Theobroma speciosum* es utilizado como alimento. De la misma manera, Balée (1994) detectó el uso alimenticio por los Ka'apor y Dewalt *et al.* (1999) por los Tacana (Bolivia).

- **Cosmetico**

La cascara del fruto asociada con la ceniza de la madera es utilizada para la producción de un jabón artesanal usado en el interior de la amazonía como un excelente desodorante (Di Stasi y Hiruma-Lima, 2002).

- **Medicinal**

La infusión de las hojas y de las cascara sirven para tratar problemas de la piel. La hoja en cataplasma reduce los dolores de cabeza (Dewalt *et al.*, 1999). Para tratar infecciones de garganta, las hojas, después de secadas deben ser colocadas en la región afectada (Di Stasi *et al.*, 1989; Di Stasi y Hiruma-Lima, 2002).

- **Ornamental**

Empleada esporádicamente en jardines a causa de su efecto ornamental, pues la altura de floración abundante distribuida por el tronco y ramas gruesas es muy vistosa (Ferrão, 2001).

Una característica notable de esta especie es la distribución de las flores a lo largo del tronco, desde la base hasta la parte más alta, con su color rojo púrpura, ofrece un bello efecto decorativo adecuado para lugares públicos (Cavalcante, 1991).

- **Otras características útiles**

Su madera es pesada, con una densidad de 0,79 g/cm³, suave, de textura fina, indicada para construcciones rústicas, leña y cabon (Lorenzi, 1998). Los

indios Tacana de Bolivia utilizan la madera en construcciones (vigas de casas) y para leña. La madera quemada es util para preparar el “piti”, un aditivo de la coca (Dewalt *et al.*, 1999).

Asi como el copoazu (*Theobroma grandiflorum*), esta especie posee acido 1,3,7,9 tetrametilurico (Di Stasi *et al.*,1989; Di Stasi y Hiruma-Lima, 2002). Además de azúcares totales, ácido lactico, ácido citrico, taninos, teobromina, grasas, taninos condensados, (-) -epicatequina, (+) -catequina y antocianinas estan presentes en la semilla. Esas dos ultimas sustancias actúan como fitopatogeno de *Crinipellis pernicioso* (escoba de bruja). Cafeina y teobromina son alcaloides purinicos encontrados en las semillas de la especie (Di Stasi y Hiruma-Lima, 2002).

Las constantes quimicas del aceite de cacaui son: densidad a 100°C de 0,8580; acidez de 5,55%; indice de saponificacion de 189, indice refractometrico (Zeis a 40°C) de 1,4565 (Pesce, 1941).

1.8. El vivero y su manejo

El vivero se considera como el área delimitada de terreno y debidamente preparada, con el propósito fundamental de obtener la multiplicación y producción de plantas resistentes, libres de enfermedades y con características fenotípicas y genotípicas únicas, hasta el momento en que estén en condiciones para ser plantadas en el sitio definitivo (CORPOICA, 2007).

En épocas de sequía se riega diariamente, sobre todo en la mañana y en la tarde, tratando de mojar bien las hojas y la tierra. Se elimina, cada semana, las malas hierbas presentes, procurando arrancarlas a mano, no usar herbicidas. Controlar enfermedades o plagas, en caso necesario, y retirar con cuidado las plantas enfermas o muertas. Aplicar cada mes abonos orgánicos líquidos como biol o purines, al follaje y a la raíz (CORPOICA, 2007).

1.9. La materia orgánica

La materia orgánica del suelo contiene cerca del 5% de N total, pero también contiene otros elementos esenciales para las plantas, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes (Anónimo, 1988; Graetz, 1997). Durante la evolución de la materia orgánica en el suelo se distinguen dos fases: la humidificación y la mineralización (Gros y Domínguez, 1992). La humidificación es una fase bastante rápida, durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se la entierra.

Primero se forma el humus joven, de evolución rápida, que a su vez da paso al humus estable. Ambos productos forman la llamada materia orgánica total del suelo. Al humus joven también se le llama "lábil" o "libre", porque todavía no está fijado o ligado a las partículas del suelo, sino simplemente mezclado con ellas, tiene una relación C/N superior a 15, es sede de una intensa actividad microbiana y se le puede considerar como un elemento fundamental de la fertilidad del suelo. En promedio se estima que es el 20-25% del humus total y tiene una acción inmediata más importante, desde el punto de vista de la mejora de la estructura y de la actividad microbiana del suelo. El humus estable o "estabilizado" es la materia orgánica ligada al suelo, es decir, sólidamente fijada a los agregados de color oscuro. Su composición es muy compleja (húmina, ácidos húmicos y fúlvicos) y tiene una relación C/N constante entre 9 y 10, y representa en promedio el 75-80% del humus total. La fase de mineralización es muy lenta, y en ella el humus estable recibe la acción de otros microorganismos que lo destruyen progresivamente (1 al 2% al año), liberando así los minerales que luego absorberán las plantas. Esta fase presenta dos etapas: la amonificación (paso del N orgánico a amonio) y la nitrificación (paso del amonio a nitrato) (Julca et al., 2006)

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Materiales, equipos y herramientas

2.1.1. Materiales

Tablero

Libreta de campo

Bolsas de repique

Materia orgánica

Saquillos

Tierra de bosque

Compost

Semillas de *Theobroma speciosum* Will. ex Spreng

2.1.2. Equipos

GPS (Garmin Map 76 csx)

Cámara fotográfica de 12 mega pixeles

Laptop Hp

Impresora Hp

Linterna de mano

Pie de virrey o vernier digital

2.1.3. Herramientas

Machete

Wincha

Pala

Carretilla

2.2. Metodología

2.2.1. Localización del área de estudio

La investigación se realizó en las instalaciones del vivero “El Bosque” de la Universidad Amazónica de Madre de Dios, ubicado en km 16,5 de la carretera Puerto Maldonado - Iberia margen derecha (Figura 1), el cual cuenta con un área de 428 ha de bosque primario intervenido años atrás para la extracción de especies de alto valor económico como el cedro, caoba, etc.

En la zona de estudio existen dos estaciones bien definidas (INADE, 2007): la húmeda, que se presenta desde los meses de Noviembre hasta Abril, caracterizada por la presencia de fuertes precipitaciones y altas temperaturas, y la estación seca que se caracteriza por la ausencia de lluvias y temperaturas más bajas, que se presentan desde los meses de mayo hasta octubre. El rango de precipitación fluctúa entre 1 500 y 2 500 mm anuales. Los suelos son aluviales antiguos, generalmente arcillosos rojos con poca fertilidad y pH ácido.

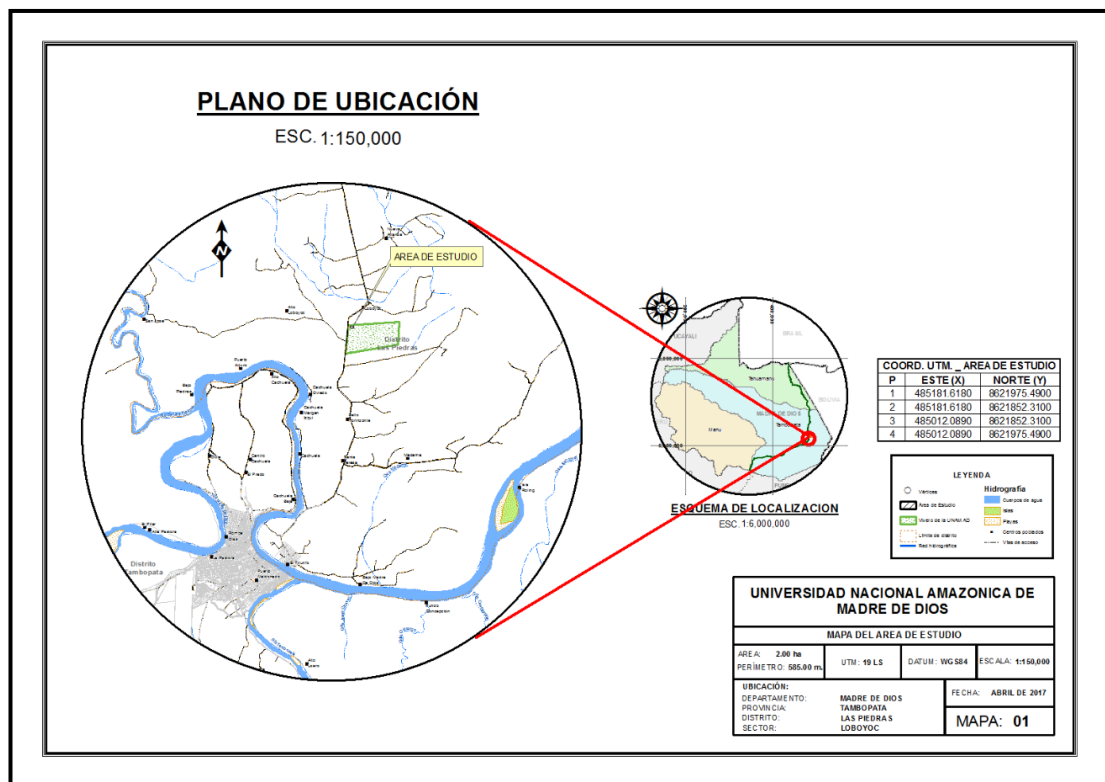


Figura 1: Ubicación de área de estudio, Las Piedras, Tambopata - Madre de Dios.

2.2.2. Acondicionamiento de las semillas y de las plantas

a. Obtención de semilla

Las semillas fueron obtenidas de mazorcas provenientes de 10 plantas madres seleccionadas que crecen en forma natural en la provincia de Tambopata. Para obtener las semillas, se colectaron unas 100 mazorcas, de las cuales se seleccionaron las semillas más grandes, el resto se descartó.

b. Tratamiento de la semilla

Para eliminar el mucílago adherido a las semillas, ésta se frotó suavemente con aserrín para después lavarlas con agua y hacerlas secar bajo sombra por 8 horas.

c. Germinación de las semillas

Las semillas se almacigaron en una cama de arena fina de 4x1 m. La cama se regó y luego se realizó la siembra en hileras, con un distanciamiento de 5 cm entre hileras y 1 cm entre semillas, que luego se tapó con arena fina (una capa de 2 cm de altura). Las semillas germinaron a los 14 días y a los 32 días quedaron listas para el repique a las bolsas de plástico (Ver figura 24 del Anexo I).

d. Preparación del sustrato

Se utilizaron bolsas de aproximadamente 8 x 17 x 7 cm, con una capacidad aproximada de 01kg por bolsas. Las bolsas se llenaron con un sustrato principal compuesto por suelo rojizo del bosque, y se le agregó entre 100 – 400 g de materia orgánica del bosque por bolsa en función a cada tratamiento, con excepción del testigo (que no recibió materia orgánica). La materia orgánica se obtuvo del suelo del bosque secundario aledaño al vivero, donde se colectó la tierra negra superficial, se homogenizó y se aplicó al sustrato en función del tipo de tratamiento (Ver figura 22 del Anexo I).

e. Repique de las plantas

Las plantas con el primer par de hojas verdaderas formadas fueron repicadas del almacigo a las bolsas de repique. Para lo cual se hizo un

hoyo en la bolsa (con la ayuda de una varilla puntiaguda) de tal manera que las raíces entren fácilmente sin doblarse (para evitar la formación de cola de chanco). En muchos casos se tuvo que hacer una poda de raíces porque estas eran muy largas (Ver figura 25 y 26 del Anexo I).

2.2.3. Tratamientos y Diseño Experimental.

Para el presente estudio, las plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng fueron sometidas a los siguientes tratamientos durante la fase de vivero:

- T1 = Testigo (sin materia orgánica)
- T2 = 100 g de materia orgánica
- T3 = 200 g de materia orgánica
- T4 = 300 g de materia orgánica
- T5 = 400 g de materia orgánica

Para lo cual se aplicó un Diseño Experimental Completamente Aleatorizado (DCA), el mismo que tuvo 5 repeticiones así (Figura 2):

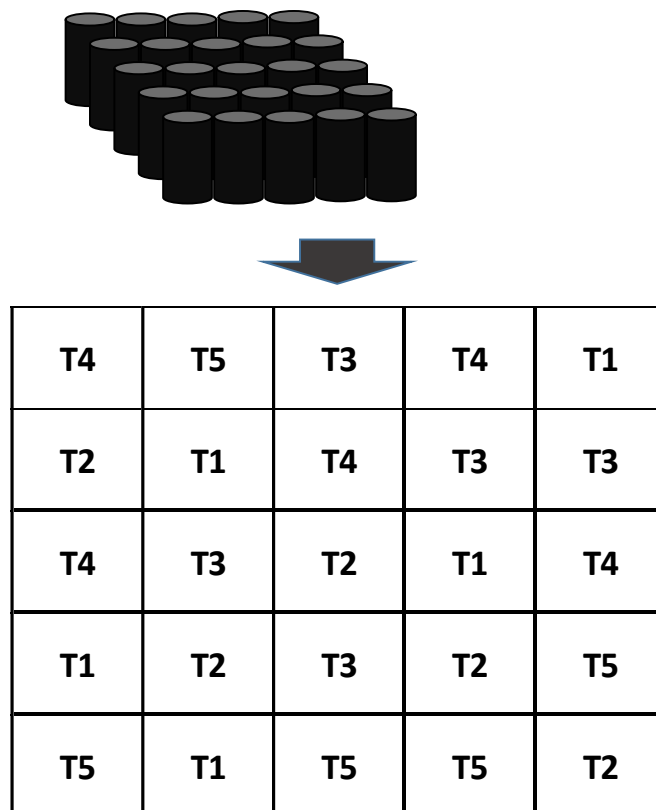


Figura 2: Croquis experimental del estudio.

Cada unidad experimental estuvo conformada por 25 plantas, de tal manera que en todo el experimento se tuvo 625 plantas (Ver Figuras del 22-26 del Anexo I).

2.2.4. Parámetros a evaluar

Se hicieron las mediciones de crecimiento de las plantas cada 15 días, donde las variables evaluadas fueron las siguientes (Ver Figuras del 27-29 del Anexo I).

a. Altura de la planta.

Se registró quincenalmente la altura de las plantas (desde el cuello de la planta hasta el ápice de la misma), para lo cual se utilizó una regla graduada en cm y mm (Ver figura 27 del Anexo I).

b. Diámetro del cuello de la planta.

A la altura del cuello de la planta se midió el incremento diamétrico por planta de manera quincenal, en este caso se utilizó un vernier o pie de virrey electrónico, el mismo que nos dio lecturas más precisas.

c. Número de hojas por planta.

Se contabilizó el número de hojas por planta sin tener en cuenta los cotiledones, esta evaluación también se hizo quincenalmente (Ver figura 27 del Anexo I).

d. Biomasa seca por planta.

Para determinar la Biomasa de la parte aérea (tallos y hojas) y subterránea de la planta (raíces), se seleccionó 5 plantas de cada tratamiento y se procedió a secarlo por separado, en una estufa a 70°C por un periodo de 72 horas hasta lograr el peso seco constante. Posteriormente las muestras fueron pesadas en una balanza de precisión de 0,0001 g (que nos da el peso en gramos) donde se registró los valores con aproximación al centésimo (Ver figura 29 del Anexo I).

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

3.1. Características morfológicas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng en vivero.

3.1.1. Aparición de la radícula.

Las semillas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng que fueron obtenidas de mazorcas provenientes de 10 plantas madres seleccionadas que crecen en forma natural en la provincia de Tambopata, fueron oreadas y seleccionadas, posteriormente se hicieron germinar en arena fina (donde se les dieron condiciones ambientales favorables tales como: un sustrato húmedo (50% de humedad), suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aeróbica (para este caso se utilizó arena) y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos (Temperatura ambiental bajo sombra) y para el desarrollo de la plántula, 6 días después se comenzó a observar (Figura 3) la aparición de los primordios radiculares de la nueva planta (formación de la radícula en la germinación). Es necesario indicar que hubo un 90% de germinación, ya que el resto de las semillas se perdieron por pudrición, y algunas semillas germinadas fueron afectadas por la pudrición radicular.



Figura 3: Formación del Hipocotilo en las semillas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng a los 6 días de establecidas en el germinadero

3.1.2. Elongación radicular.

A partir del hipocotilo comienza a alongarse el sistema radicular, el mismo que es variable en cuanto a su crecimiento radicular, tal es así que 14 días después de colocada las semillas en el germinadero, se encontraron raíces

con longitudes de 2-4 cm, mostrándonos variabilidad en el crecimiento de las raíces.



Figura 4: Variabilidad del crecimiento radicular en *Theobroma speciosum* Will. ex Spreng

3.1.3. Formación de la nueva planta

A los 20 días después de colocados las semillas en el germinadero, se observa que los cotiledones comienzan a diferenciarse en cloroplastos, transformándose en órganos fotosintéticos, actuando como si fueran hojas (Figura 5) (los cotiledones tiene color blanco verdusco).



Figura 5: Formación de la nueva planta de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng

Al mismo tiempo comienza la formación del primer par de hojas verdaderas. Las raíces crecen longitudinalmente (llegando hasta los 8 cm) y desarrollan más pelos absorbentes (Figura 5).

En el día 23 se pudo observar claramente que la germinación es epigea (los cotiledones salen de la superficie del suelo) y que el proceso germinativo en esta especie no es uniforme (Figura 6).



Figura 6: Germinación epigea en *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng

En el día 32 el primer par de hojas verdaderas ya está totalmente desarrollada, y de acuerdo al limbo tienen una forma ovalada, están dispuestas en forma opuesta, y acuerdo a su borde son enteras (Figura 7).



Figura 7: Plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng listas para el repique

Este momento se consideró como oportuno efectuar el repique de las plantas del germinadero a las bolsas en vivero, para lo cual se seleccionaron las plantas con el primer par de hojas bien desarrolladas, y se tuvo mucho cuidado con no dañar las hojas cotiledonares.

Un mes después del repique se puede observar en la figura 8 que la planta tiene más de 11 cm de altura y que después del desarrollo del primer par de hojas se desarrollaron hojas más grandes y coriáceas que están dispuestas en forma alterna en el tallo.



Figura 8: Plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng, 1 mes después del repique

Al final del experimento, 240 días después del repique se observa que todas las plantas tienen hojas coriáceas resistentes con características similares a las descritas anteriormente. Así mismo los tallos de las plantas son bastante resistentes y fibrosos. La raíz principal es pivotante y tiene una abundante formación de pelos absorbentes (Figura 9).

En la figura 10 se presentan las formas y tamaño que tienen las hojas de una planta de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng al final del experimento. Las hojas más oscuras son las más viejas y son coriáceas, las más claras son jóvenes y no son coriáceas. Así mismo se nota detalladamente la distribución de las nervaduras en las hojas.



Figura 9: Plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng al final del experimento: a) y b) parte aérea (hojas y tallo), y c) parte subterránea (raíces)

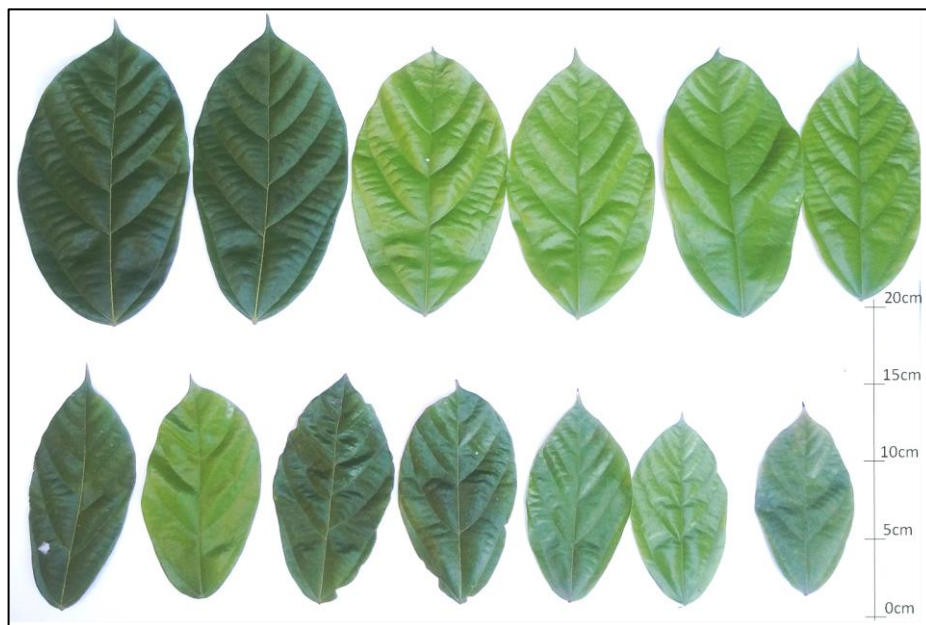


Figura 10: Forma y tamaño de las hojas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng

3.2. Patrón de crecimiento de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng en vivero.

3.2.1. Altura de la planta.

Al inicio del repique se tuvieron plantas con una altura promedio de 9,48 cm, y al final del mismo se lograron plantas con una altura de 33,56 cm, siendo la ganancia promedio total de altura de 24,08 cm, la misma que se distribuye en los siguientes tres patrones de crecimiento identificados:

a. Hasta los 60 días.

Se puede observar un crecimiento lento de las plantas, llegando a crecer hasta 3,071 cm en promedio durante este periodo, el mismo que puede deberse a la edad de la planta, y al poco sistema radicular que está tiene para proveerse de nutrientes durante su desarrollo.

b. Entre 60-135 días.

En este lapso de tiempo se observa que la pendiente de la línea es mayor (línea verde de la Figura 11), lo que nos muestra que la velocidad de crecimiento de planta fue mayor, llegando a crecer hasta 11,827 cm en promedio durante este periodo.

c. Entre 135-240 días.

En este periodo la planta creció 9,185 cm en promedio.

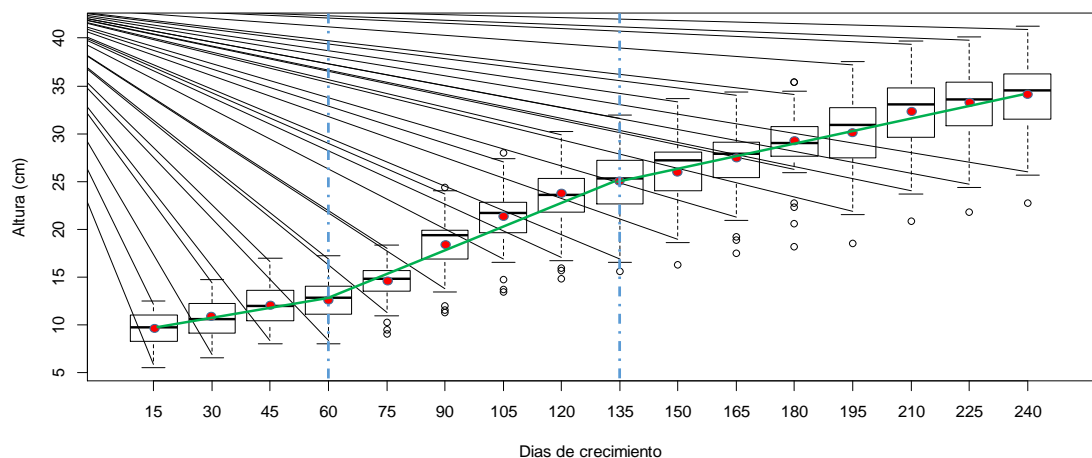


Figura 11: Altura de las plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng en vivero

En la figura 12, se puede observar que existe una correlación lineal entre las variables tiempo y altura, siendo el coeficiente de correlación $R=0,99$ valor cercano a 1 que nos indica la existencia de una alta correlación entre las variables, y el coeficiente de determinación $R^2=0,98$ que nos indica que el crecimiento en altura es en un 98% debido a la edad de la planta. Siendo el modelo lineal que nos ayuda a predecir el crecimiento promedio de las plantas el siguiente: $Y = 0,1158 x + 7,433$

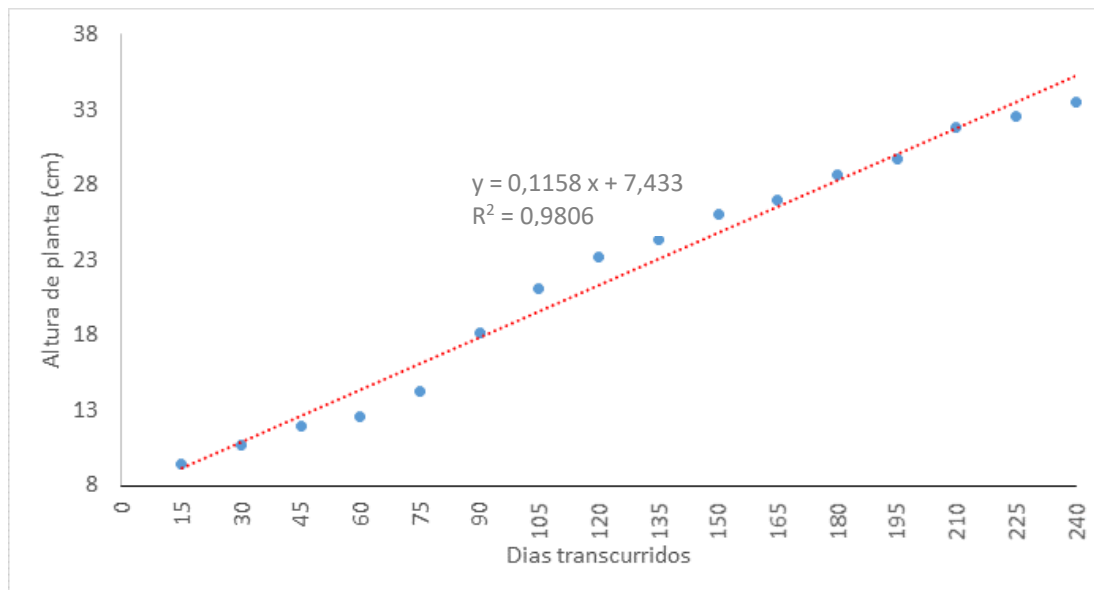


Figura 12: Correlación entre Altura de las plantas y su edad

3.2.2. Diámetro del cuello de la planta.-

Al inicio del experimento se tuvieron plantas con un diámetro promedio de 1,46 mm, y al final del mismo se lograron plantas con un diámetro de 5,48 mm, siendo la ganancia promedio total diamétrica de 4,02 mm, la misma que se distribuye en los siguientes dos patrones de crecimiento identificados:

- a. **Hasta los 75 días.-** En este lapso de tiempo se observa que la pendiente de la línea es mayor (línea verde de la Figura 13), lo que nos muestra que la velocidad de crecimiento diamétrico del tallo de la planta fue mayor, llegando a crecer hasta 3,6312 mm en promedio durante este periodo.

b. Entre 75-240 días.- En este periodo la planta creció 0,3872 mm en promedio.

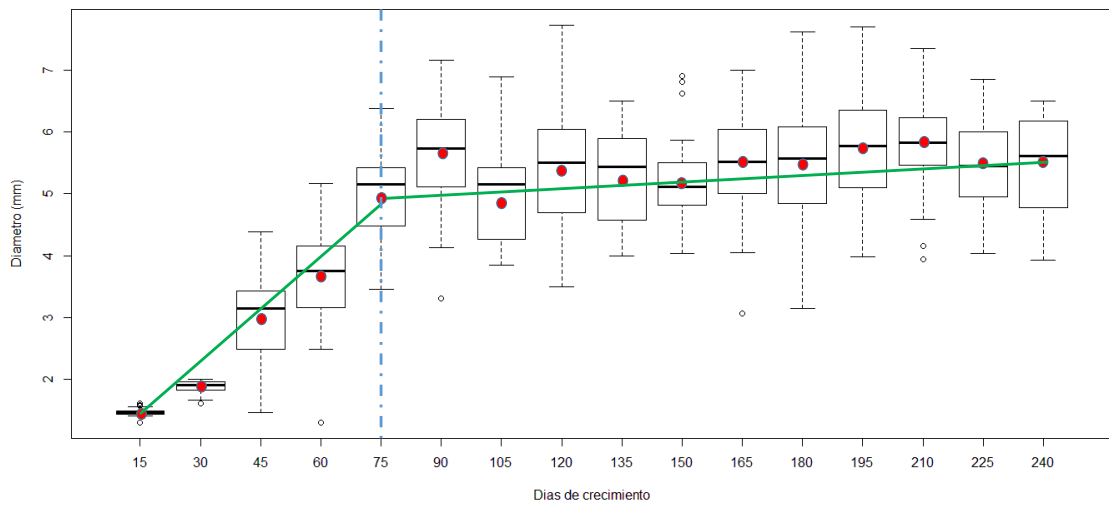


Figura 13: Diámetro del cuello de la raíz de las plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng en vivero

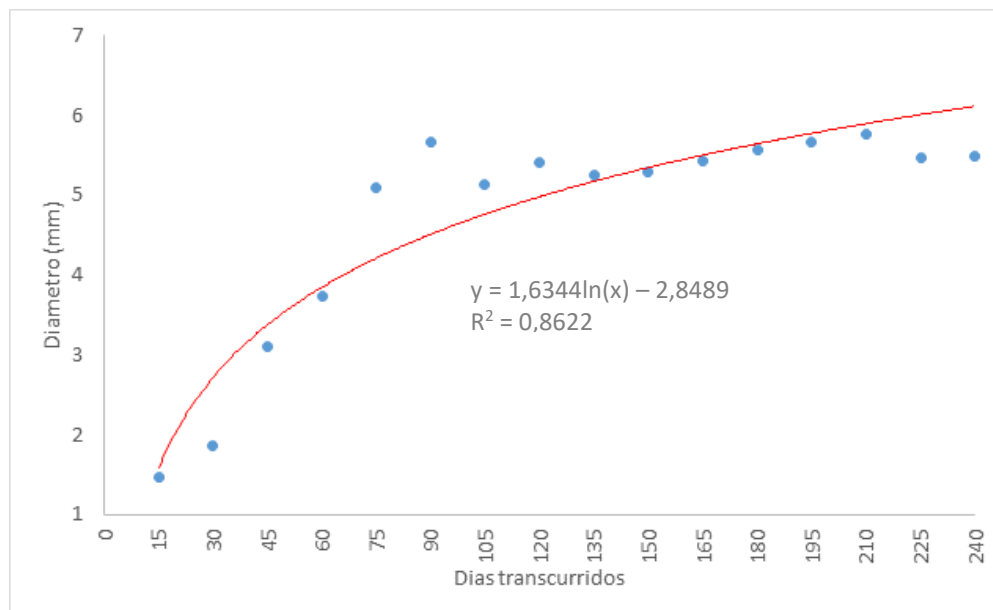


Figura 14: Correlación entre Diámetro de las plantas y su edad

De la Figura 14, se asevera que existe una correlación logarítmica entre las variables diámetro y días transcurridos, siendo el coeficiente de correlación $R=0,93$ valor cercano a 1 que nos indica la existencia de una alta correlación entre las variables, y el coeficiente de determinación $R^2=0,86$ que nos indica que el grado de asociación entre las variables es de 86%. Siendo el modelo logarítmico que nos ayuda a predecir el crecimiento diamétrico promedio de las plantas el siguiente: $Y = 1,6344 \ln(x) - 2,8489$.

3.2.3. Numero de hojas por planta.-

Al inicio del experimento se tuvieron plantas con un número de hojas promedio de 3,64 y al final del mismo se lograron plantas con un número promedio de hojas de 8,99 siendo la ganancia promedio total del número de hojas igual 5,35 la misma que se distribuye en los siguientes tres patrones de crecimiento identificados:

- a. **Hasta los 75 días.-** Se puede observar un aumento lento del número de hojas por planta, aumentando en 0,45 el número de hojas promedio por planta en este periodo, registrándose un aumento promedio de 0,0075 hojas/día (durante 60 días).
- b. **Entre 75-90 días.-** En este lapso de tiempo se observa que la pendiente de la línea es mayor (línea verde de la Figura 15), lo que nos muestra que las plantas desarrollaron mayor cantidad de hojas por planta, llegando este valor promedio a 2,8459 hojas/planta en este periodo.
- c. **Entre 90-240 días.-** En este periodo de tiempo la velocidad del incremento del número de hojas por planta fue menor con respecto a la etapa anterior, llegando este valor promedio a 2,0492 hojas/planta.

En la Figura 16, se puede observar que existe una correlación logarítmica entre las variables, siendo el coeficiente de correlación $R=0,90$ valor cercano

a 1 que nos indica la existencia de una alta correlación entre las variables y el coeficiente de determinación $R^2=0,81$ que nos indica que el grado de asociación entre las variables es de 81%. Siendo el modelo logarítmico que nos ayuda a predecir el número de hojas promedio de las plantas el siguiente: $Y = 2,3419 \ln(x) - 3,9324$.

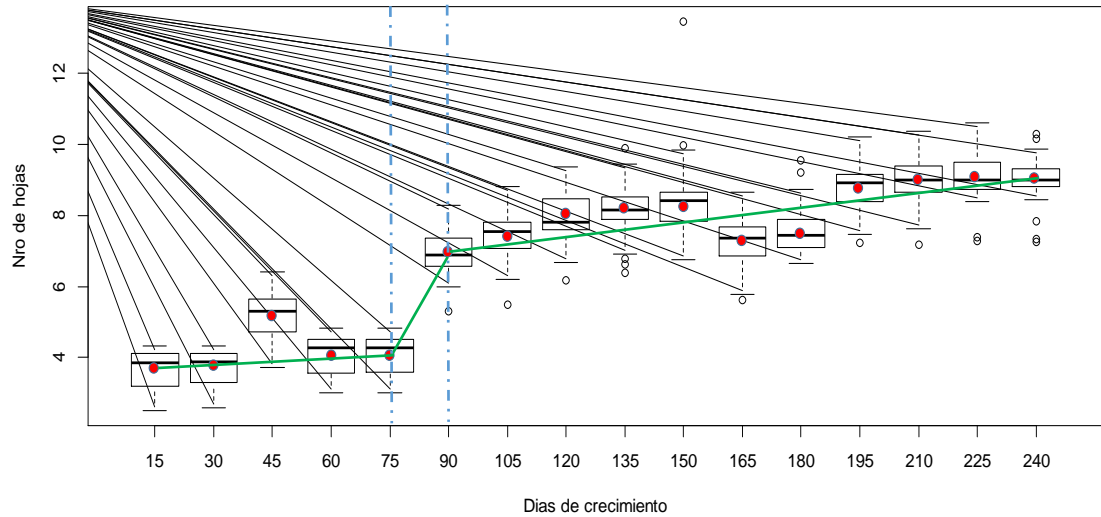


Figura 15: Numero de hojas/planta de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng en vivero

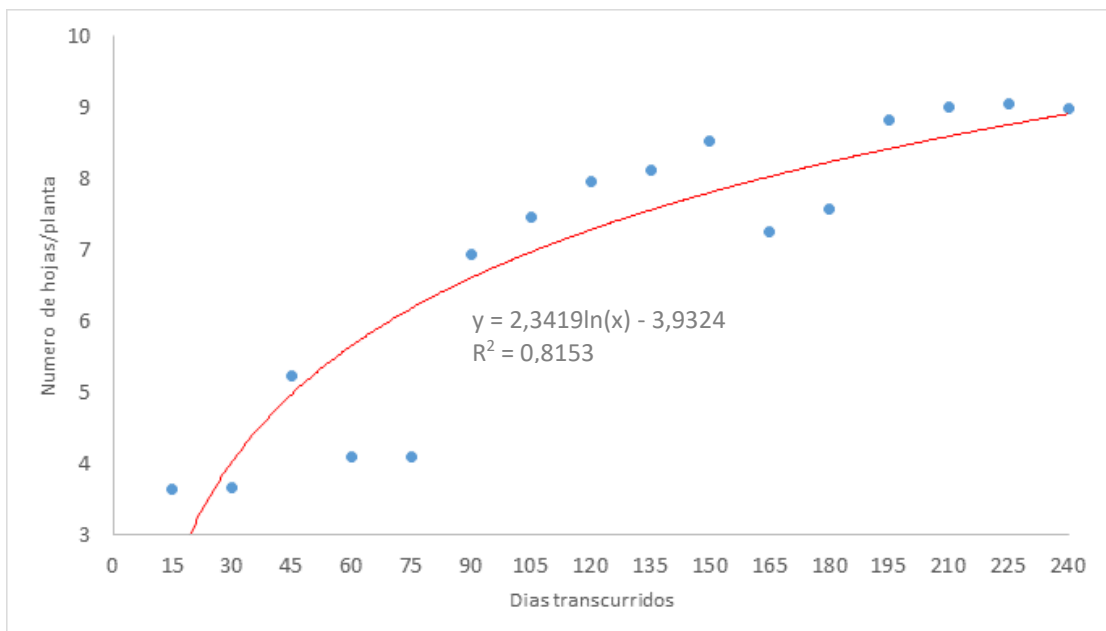


Figura 16: Correlación entre el Numero de hojas de las plantas y su edad

3.3. Efecto de la materia orgánica en el crecimiento de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng en vivero.

3.3.1. Análisis de suelo

En cuadro 1 se puede observar los resultados de los análisis de suelos efectuado a cada tratamiento, donde el Tratamiento que no recibió nada de materia orgánica (T1) o testigo tiene 1,27% de materia orgánica, mientras que los tratamientos que si recibieron tienen niveles entre 1,30-2,61% de materia orgánica. La textura del suelo está entre Franco-arenoso y Franco-arcillo-arenoso. En todos los casos se observa que el pH del suelo es extremadamente ácido, ya que sus valores están entre 4,36 y 4,81, condiciones que son normales y naturales en los suelos en los bosques donde se desarrolla *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng.

Es necesario indicar que los análisis corresponden a los 05 tratamientos del experimento de donde se obtuvieron las muestras bien homogenizadas y representativas, las mismas que muestran los resultados del cuadro 1.

Cuadro 1: Análisis de suelo para cada tratamiento

Muestra	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	pH	M.O (%)	P (ppm)	K (ppm)
0	52,56	26,00	21,44	Fco-arc-are.	4,36	1,27	9,40	276,00
100	56,56	24,72	18,72	Fco-arenoso	4,49	1,30	5,64	36,20
200	58,56	22,00	19,44	Fco-arenoso	4,72	1,61	15,70	59,80
300	56,56	24,00	19,44	Fco-arenoso	4,85	1,74	9,49	196,00
400	58,56	20,00	21,44	Fco-arc-are.	4,64	2,61	11,09	173,60

3.3.2. Efecto en la altura de la planta.

No se encontró diferencias significativas en la altura de las plantas para los tratamientos respectivos, ya que el valor de “F” calculado (0,238) es inferior a los valores de “F” teórico (2,866 y 4,431) al 95% y 99% respectivamente (cuadro 2). Es necesario indicar que los datos evaluados tienen una distribución normal con un coeficiente de variabilidad de 15,63%. Posiblemente estos resultados se deben a que el efecto de la acción de la

materia orgánica es lento, teniendo en cuenta que el experimento se llevó a cabo solamente hasta los 240 días.

Cuadro 2: Análisis de variancia de la altura de la planta de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	"F" calculado	"F" teórico	
					5%	1%
Tratamiento	4	26,24	6,56	0,238	2,866	4,431
Error	20	550,38	27,52			
Total	24	576,62				
CV	15,632					

Gráficamente se pueden comparar los valores de las alturas de las plantas para cada tratamiento (figura 17), donde algunas plantas evaluadas de los tratamientos 2 y 4 lograron alturas superiores a 40 cm, mostrándonos que no existe diferencia entre los tratamientos.

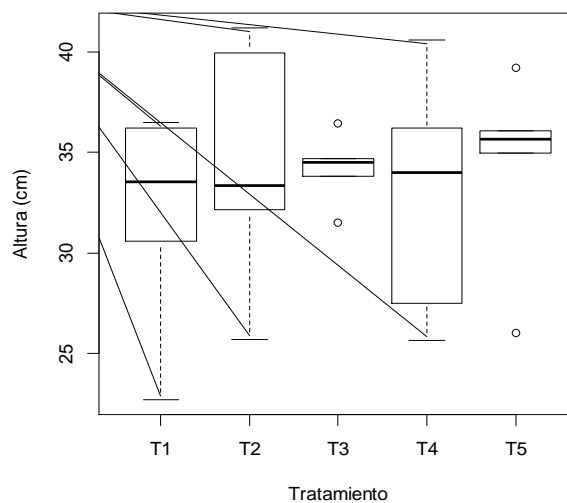


Figura 17: Altura de las plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng en vivero

Para *Theobroma grandiflorum* (Paredes y Zonta, 2015), reportan alturas promedio de la planta entre 24,87 y 32,87 cm, valores casi similares encontrados en el presente estudio, después de 180 días de crecimiento en vivero, y para *Theobroma cacao*, (Gamboa Auqui, 2015) encontró alturas de planta entre 33,71 y 53,21 cm después de 180 días de crecimiento en vivero.

Estos últimos valores son superiores a los valores promedio hallados para *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng.

3.3.3. Efecto en el diámetro del tallo de la planta.-

No se encontró diferencias significativas en el diámetro a la altura del cuello de la planta para los tratamientos respectivos, ya que el valor de "F" calculado (1,189) es inferior a los valores de "F" teórico (2,866 y 4,431) al 95% y 99% respectivamente (tabla 3). Es necesario indicar que los datos evaluados tienen una distribución normal con un coeficiente de variabilidad de 13,31%.

Cuadro 3: Análisis de variancia del diámetro del tallo de la planta de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	"F" calculado	"F" teórico	
					5%	1%
Tratamiento	4	2,535	0,634	1,189	2,866	4,431
Error	20	10,659	0,533			
Total	24	13,194				
CV	13,314					

Gráficamente se pueden comparar los valores de los diámetros de las plantas para cada tratamiento (figura 18), donde algunas plantas evaluadas del tratamiento 4 lograron diámetros superiores a 6,5 mm.

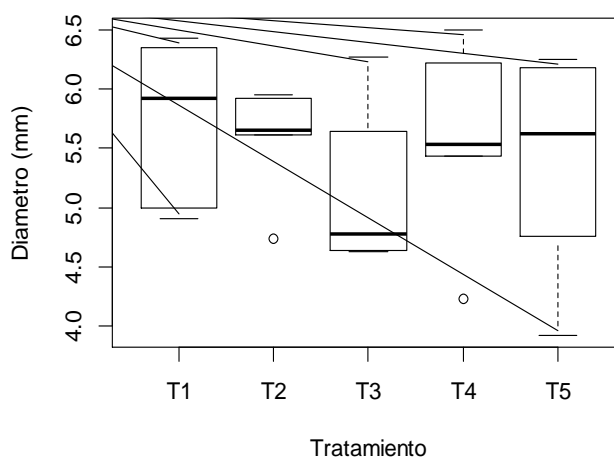


Figura 18: Diámetro del cuello de la planta de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng en vivero

Para *Theobroma grandiflorum* (Paredes y Zonta, 2015), reportan diámetros promedio del cuello de la planta entre 2,58 y 4,98 mm después de 180 días de crecimiento en vivero, los mismos que son inferiores a los encontrados en el presente estudio. Contrariamente para *Theobroma cacao*, (Gamboa Auqui, 2015) encontró diámetros del cuello de la planta entre 6,74 y 9,54 mm, que son superiores al presente estudio, después de 180 días de crecimiento en vivero.

3.3.4. Efecto en el número de hojas por planta.

No se encontró diferencias significativas en el número de hojas/planta para los tratamientos respectivos, ya que el valor de "F" calculado (0,246) es inferior a los valores de "F" teórico (2,866 y 4,431) al 95% y 99% respectivamente (tabla 4). Es necesario indicar que los datos evaluados tienen una distribución normal con un coeficiente de variabilidad de 8,78%.

Cuadro 4: Análisis de variancia del número de hojas de la planta de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	"F" calculado	"F" teórico	
					5%	1%
Tratamiento	4	0,612	0,153	0,246	2,866	4,431
Error	20	12,469	0,623			
Total	24	13,081				
CV	8,785					

Gráficamente se pueden comparar los valores del números de hojas/planta para cada tratamiento (figura 19), donde algunas plantas evaluadas de los tratamientos 2 y 4 lograron tener más de 10hojas/planta.

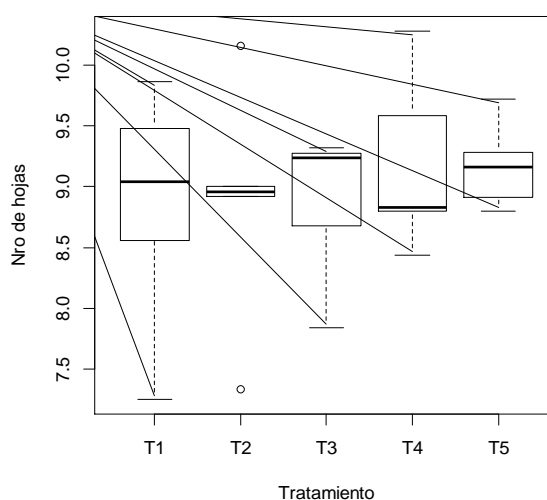


Figura 19: Numero de hojas/planta de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng en vivero

En *Theobroma cacao* (Gamboa Auqui, 2015), encontró entre 17,19 y 21,89 hojas por planta después de 180 días de crecimiento en vivero, valores que son superiores comparado con 7,06 y 8,12 hojas en promedio halladas en el presente estudio al día 180.

3.3.5. Efecto en la biomasa por planta.

No se encontró diferencias significativas en la biomasa seca/planta para los tratamientos respectivos, ya que el valor de "F" calculado (1,408) es inferior a los valores de "F" teórico (2,866 y 4,431) al 95% y 99% respectivamente (tabla 5). Es necesario indicar que los datos evaluados tienen una distribución normal con un coeficiente de variabilidad de 24,09%

Cuadro 5: Análisis de variancia de la biomasa de las plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	"F" calculado	"F" teórico	
					5%	1%
Tratamiento	4	46,135	11,534	1,408	2,866	4,431
Error	20	163,842	8,192			
Total	24	209,978				
CV	24,098					

Gráficamente se pueden comparar los valores de la biomasa seca/planta para cada tratamiento (figura 20), donde algunas plantas evaluadas de los tratamientos 3 y 4 lograron pesos superiores a 17 g/planta. El mismo patrón se observó en la biomasa seca aérea (hojas y tallos) y subterránea (raíces) de las plantas evaluadas (figura 21).

Por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada para el presente trabajo de investigación, ya que no se encontró ninguna diferencia en la altura de las plantas, diámetro, número de hojas y biomasa de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng por efecto de la materia orgánica incorporada.

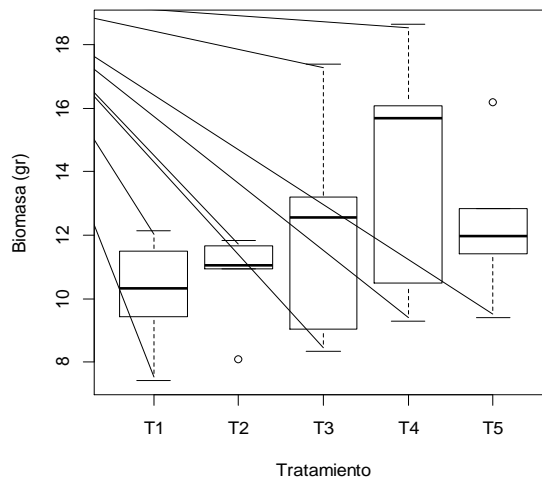


Figura 20: Biomasa seca total de las plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng

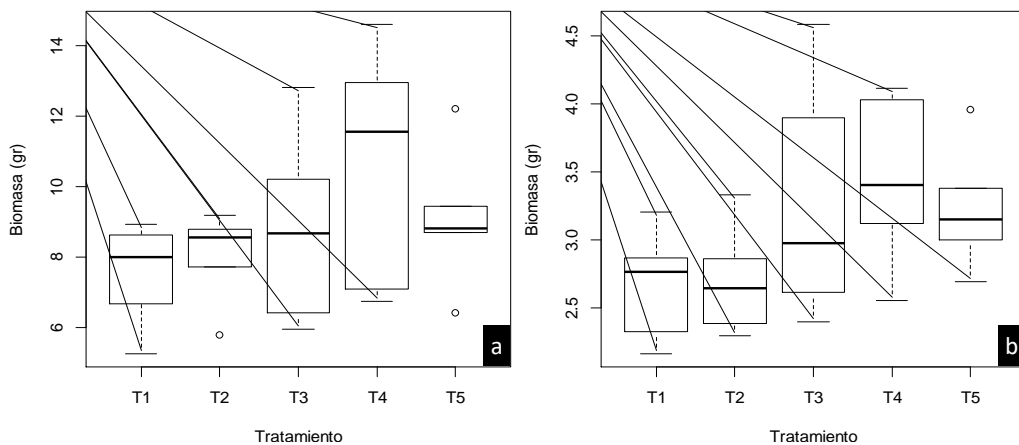


Figura 21: Biomasa seca de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng: a) de la parte aérea de la planta (hojas y tallos) y b) parte subterránea (raíces).

CONCLUSIONES

- El tipo de germinación de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng es epigea, la radícula emerge a los 6 días, y a los 20 días los cotiledones están desplegados y comienza la formación del primer par de hojas verdaderas, las mismas que están bien desarrolladas al día 32. A los 62 días aparece la primera hoja que tiene caracteres similares a las hojas de una planta adulta. En este momento los cotiledones todavía permanecen en la planta.
- Las hojas tienen forma ovalada, están dispuestas alternadamente en forma de espiral en el tallo, y de acuerdo a su borde son enteras. Las hojas más tiernas son suaves y flácidas, mientras que las adultas son duras y coriáceas.
- Al día 240 se obtuvieron plantas con una altura promedio de 33,56 cm, se lograron plantas con un diámetro promedio al cuello de la planta de 5,48 mm y con un número promedio de hojas de 8,99. Así mismo, se encontró que existe una correlación lineal ($R^2=0,98$) entre la altura de planta y los días transcurridos, que existe una correlación logarítmica ($R=0,86$) entre el diámetro de la planta y los días transcurridos, y que también existe correlación logarítmica ($R^2=0,81$) entre el número de hojas/planta y los días transcurridos.
- No se encontraron diferencias significativas por efecto de la aplicación de la materia orgánica al sustrato en la altura de las plantas, en el incremento diamétrico, en el número de hojas ni en la biomasa total por planta de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng al final del experimento.
- La falta de efecto de la materia orgánica en el presente experimento puede deberse, de acuerdo a lo planteado por Julca et al. (2006), a que el humus estable o “estabilizado”, materia orgánica ligada al suelo, es decir, sólidamente fijada a los agregados y de color oscuro tiene una fase de

mineralización muy lenta. Esta recibe la acción de los microorganismos que lo destruyen progresivamente (1 al 2% al año), liberando así los minerales que luego absorberán las plantas. Esta fase presenta dos etapas: la amonificación (paso del N orgánico a amonio) y la nitrificación (paso del amonio a nitrato). Teniendo en cuenta que el experimento duro 240 días, podemos concluir que la materia orgánica aplicada al suelo todavía no muestra los efectos en el crecimiento de las plantas de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng.

- Se rechaza la hipótesis planteada para el presente trabajo de investigación, ya que no se encontró ninguna diferencia en la altura de las plantas, diámetro, número de hojas y biomasa de *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng por efecto de la materia orgánica incorporada.

RECOMENDACIONES

- Los caracteres morfológicos de la especie son diferentes mientras transcurre el tiempo, tal es así que las hojas son mucho más grandes que los descritos en el presente estudio, y tiene el hábito de formación de ramas que caracteriza al género *Theobroma*, por lo que se recomienda hacer la caracterización morfológica por lo menos hasta los tres años de edad de la planta. Así mismo se recomienda registrar las ganancias en altura, en diámetro y en biomasa durante este tiempo.
- Para hallar diferencias significativas en altura, diámetro y biomasa de la planta por efecto de la materia orgánica, se recomienda trabajar con dosis más altas de materia orgánica por planta tales como 0 g (testigo), 500 g, 1 500 g, 2 000 g y 2 500 g de materia orgánica por bolsa, así mismo el tiempo de evaluación para poder ver el efecto debe ser por lo menos de 02 años.
- Es necesario hacer evaluaciones posteriores en campo definitivo para evaluar el crecimiento y desarrollo de la especie, ya que en este aspecto también existe vacíos de información para esta especie.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Anónimo, 1988. Manual de fertilidad de suelos. Potash & Phosphate Institute. Georgia. USA, 85 p.
- Arévalo, E. (2011). Identificación del Cacao Criollo como Producto Nativo de la Biodiversidad de San Martín y Evaluación de su Potencialidad Regional, Lima: Perúbiodiverso.
- Balée, W. (1994). Footprints of the forest – Kaapor ethno botany – the historical ecology of plant utilization by an Amazonian people. New York: Columbia University Press, 1994. 369p.
- Bendezu, Y. F. (2014). Árboles nativos de la Región Ucayali.
- Bremer, B., Bremer, K., Chase, M., Fay, M., Reveal, J., Soltis, Douglas, E., Stevens, P. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*.
- Cavalcante, P. B. (1991). *Frutas comestíveis da Amazônia*: Edições CEJUP.
- Carvalho, J.E.U; Muller, C.H y Nascimento, W.M.O. (2001). Classificação de sementes de especies frutíferas nativas da Amazônia de acordó com o comportamento de armazenamento. Belém: EMBRAPA-CPATU 4p. Comunicado técnico, 60
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2007). Escalamiento, validación y ajuste de tecnologías para la producción masiva de plantas clonadas de cacao. Informe final. CORPOICA-La Suiza. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Rionegro. Santander. Colombia. 78.
- Cronquist, A. (1988). The Evolution and Classification of Flowering Plants, Edition 2.
- Cuatrecasas, J. (1964). Cacao and its allies. A taxonomic revision of the genus Theobroma. *Contrib. US Nat. Herb*, 35(6), 379-605.
- Dewalt, S.J; Bourdy, G; Michel, L.R.C y Quenevo, C. (1999). Ethnobotany of the Tacana: quantitative inventories of two permanent plots of northwestern Bolivia. *Economic Botany*, v.53, n.3, p.237-260.
- Di Stasi, L.C y Hiruma-Lima, C.A. (2002). Plantas Medicinaias na Amazonia e na Mata Atlantica. 2.ed. Sao Paulo: UNESP. 604p.

- Di Stasi, L.C; Santos, E.M.G; Santos, C.M; Hiruma, C.A; Santalucia, M y Pupo, A.S. (1989). *Plantas Medicinaias na Amazonia*. Sao Paulo, Editora Universidade Estadual Paulista. 194p.
- De Souza, M. S., y Venturieri, G. A. (2010). Floral biology of cacauihy (*Theobroma speciosum*—Malvaceae). *Braz Arch Biol Technol*, 53, 861-872.
- Ecoplexity. (2010). Porcentaje de materia orgánica. Teaching ecological complexity *Teaching ecological complexity*, 2 pag., 2.
- Engels, J., & Visser, L. (2007). *Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma-Manuales de Bioiversity para Bancos de Germoplasma No. 6*: Bioiversity International.
- Evans HC, K. U., Ríos-Rutz R, Zecevich-Acosta T y Arevalo-Gardini E. (1998). *Cocoa in Perú*. 51.
- Ferrão, J.E.M. (2001). *Fruticultura Tropical: especies com frutos comestiveis*. v.3. Lisboa: Instituto de Investigacao Cientifica Tropical. 652p.
- Fróes, R. (1959). Informações sobre algumas plantas econômicas do planalto amazônico. *Boletim técnico do Instituto Agronomico do Norte, Belem*, v35, p.5-105.
- Gamboa, R. J. (2015). Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones en Satipo.
- Giustina, L., Luz, L., Vieira, F., Rossi, F., Soares-Lopes, C., Pereira, T., y Rossi, A. (2014). Population structure and genetic diversity in natural populations of *Theobroma speciosum* Willd. Ex Spreng (Malvaceae). *Genetics and molecular Research*, 13(2), 3510-3519.
- Gomes, R.P. (1977). *Fruticultura Brasileira*. Sao Paulo: Nobel, 448p.
- Graetz, H. A., 1997. *Suelos y Fertilización*. Traducido por: F. Luna Orozco. Trillas. México. 80 p.
- Gros, A. y Domínguez, A., 1992. *Abonos guía práctica de la fertilización*. 8va. edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 450 p.
- Instituto Nacional de Desarrollo. (2007). *Estudio de Meso zonificación ecológica-económica del Corredor Interoceánico sur tramo Iñapari Inambari*. Consolidado. Instituto Nacional de Desarrollo –INADE Proyecto Especial Madre de Dios
- Julca-Otiniano, Alberto, Meneses-Florián, Liliana, Blas-Sevillano, Raúl, & Bello-Amez, Segundo. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61.

- Kayner, K.A; Duryea M.I. 1992. Tapping women's knowledge: plant resource use in extractives reserves, Acre. Brazil. *Economic Botany*, v.46,n.4, p.408-425.
- Lorenzi, H. (1992). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: *Editora Plantarum* 352p.-col. illus.. Por Geog, 4.
- Lorenzi, H. (1998). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum de estudos da Flora. v2.
- Martins, M.B y Silva, A.R. (2003). Insectos polinizadores e conservação da biodiversidade. Um estudo de caso com *Theobroma speciosum*. In: Congresso Brasileiro de Botânica, 54, Belem.
- Neto, G. G., y da Silva, F. H. B. (2011). PLANTAS DA AMAZÔNIA MATO-GROSSENSE: O CACAUI—*Theobroma speciosum* WILLD. ex SPRENG (MALVACEAE). *FLOVET-Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica*, 1(1).
- Paredes, S., y Zonta, A. (2015). Desarrollo inicial de plantas de Cupuazú (*Theobroma grandiflorum*) con corrección de acidez del suelo y aplicación de micorrizas. *Revista Científica Agrociencias Amazonía*, 23.
- Pesce, C. (1941). Oleaginosas de Amazônia. Belem: Oficina grafica da Revista da Veterinária. 130p.
- Saddi, N. (1977). A primeira contribuição sobre a flora de Humbolt (Aripuana, Mato Grosso). In: Congresso Nacional de Botânica, 26.
- Shanley, P., Cymerys, M., Serra, M., y Medina, G. (2012). *Frutales y plantas útiles en la vida amazónica*: FAO/CIFOR/PPI.
- Silva, C. R. S., Venturieri, G. A., y Figueira, A. (2004). Description of Amazonian *Theobroma* L. collections, species identification, and characterization of interspecific hybrids. *Acta Botanica Brasilica*, 18(2), 333-341.
- Souza, V., y Lorenzi, H. (2008). Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II.
- Yoshitome, M., Souza, M., y Karsburg, I. (2008). caracterização dos cromossomos mitóticos e índice meiótico de *Theobroma speciosum* (L.) WILLD. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 6, 21-28
- Zoghbi, M; Andrade, E.H. y Maia, J.G.S. (2000). Aroma de flores da amazonia. Belem: Museu Paraense Emilio Goeldi, 240p.

ANEXOS

ANEXO 1
FOTOGRAFÍAS DEL EXPERIMENTO



Figura 22. Sustrato utilizado en el experimento: materia orgánica (izquierdo) y suelo rojizo (derecha)



Figura 23. Sustrato embolsado y distribución de los tratamientos en el vivero



Figura 24. Germinadero con sustrato de arena fina



Figura 25. Repique de las plántulas de *Theobroma speciosum* Will. ex Spreng



Figura 26. Instalación definitiva del experimento



Figura 27. Crecimiento y desarrollo de las plantas de *Theobroma speciosum* Will. ex Spreng



Figura 28. Selección final de plantas al azar para evaluación de la biomasa



Figura 29. Planta de *Theobroma speciosum* Will. ex Spreng mostrando su sistema radicular

ANEXO 2
DATOS DEL EXPERIMENTO

Cuadro 6: Altura promedio (cm) de las plantas al día 240

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	33,45	33,38	33,82	40,58	34,96
R2	36,48	39,96	34,52	34,00	39,20
R3	30,60	41,20	31,52	36,24	36,08
R4	36,24	32,16	34,71	25,65	26,05
R5	22,71	25,72	36,45	27,52	35,68

T1, T2, T3, T4 y T5: Tratamientos
R1, R2, R3, R4 y R5: repeticiones

Cuadro 7: Diámetro promedio a la altura del cuello (mm) de las plantas al día 240

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	5,92	6,43	6,35	4,91	5,00
R2	5,95	4,74	5,65	5,61	5,92
R3	6,27	5,64	4,64	4,78	4,63
R4	5,43	6,50	4,23	5,53	6,22
R5	4,76	6,25	6,18	3,92	5,62

T1, T2, T3, T4 y T5: Tratamientos
R1, R2, R3, R4 y R5: repeticiones

Cuadro 8: Número de hojas promedio de las plantas al día 240

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	9,86	8,96	9,32	9,58	8,80
R2	9,04	9,00	8,68	10,28	9,72
R3	8,56	10,16	7,84	8,80	9,16
R4	9,48	8,92	9,24	8,43	8,91
R5	7,25	7,33	9,27	8,83	9,28

T1, T2, T3, T4 y T5: Tratamientos
R1, R2, R3, R4 y R5: repeticiones

Cuadro 9: biomasa aérea promedio (g) de las plantas al día 240

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	8,63	8,55	5,94	12,96	8,71
R2	8,94	5,79	6,42	7,08	6,41
R3	6,67	9,19	10,21	11,57	12,22
R4	5,25	7,73	8,67	6,74	8,81
R5	8,01	8,80	12,82	14,61	9,45

T1, T2, T3, T4 y T5: Tratamientos
R1, R2, R3, R4 y R5: repeticiones

Cuadro 10: Biomasa subterránea promedio (g) de las plantas al día 240

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	2,87	2,39	2,40	3,12	2,69
R2	3,21	2,30	2,61	3,40	3,00
R3	2,77	2,64	2,98	4,11	3,96
R4	2,17	3,33	3,90	2,56	3,15
R5	2,33	2,86	4,58	4,03	3,38

T1, T2, T3, T4 y T5: Tratamientos
R1, R2, R3, R4 y R5: repeticiones

Cuadro 11: Biomasa total promedio (g) de las plantas al día 240

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	11,49	10,94	8,34	16,08	11,40
R2	12,14	8,09	9,03	10,49	9,41
R3	9,44	11,84	13,19	15,68	16,18
R4	7,42	11,06	12,57	9,30	11,96
R5	10,34	11,66	17,40	18,65	12,83

T1, T2, T3, T4 y T5: Tratamientos
R1, R2, R3, R4 y R5: repeticiones