



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO EN CIENCIAS FORESTALES**

**CARACTERIZACIÓN DE SEMILLA, PLÁNTULA Y PLANTA DE  
*Tabebuia rosea*, GENERADAS DE ÁRBOLES PLUS DEL SOCONUSCO,  
CHIAPAS.**

**LORENA GÁLVEZ LÓPEZ**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

**Octubre, 2016**

La presente tesis, titulada: **CARACTERIZACIÓN DE SEMILLA, PLÁNTULA Y PLANTA DE *Tabebuia rosea*, GENERADAS DE ÁRBOLES PLUS DEL SOCONUSCO, CHIAPAS**, realizada por la alumna: **Lorena Gálvez López**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

FORESTALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



Dr. Jesús Jasso Mata

ASESOR:



Dr. Marcos Jiménez Casas

ASESOR:



Dr. Benito Ramírez Valverde

ASESOR:



Dr. Saúl Espinosa Zaragoza

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Octubre de 2016

**CARACTERIZACIÓN DE SEMILLA, PLÁNTULA Y PLANTA DE *Tabebuia rosea*  
GENERADAS DE ÁRBOLES PLUS DEL SOCONUSCO, CHIAPAS**

**Lorena Gálvez López, M.C.**

**Colegio de Postgraduados, 2016**

*Tabebuia rosea* (Bertol) DC., es una especie forestal maderable utilizada frecuentemente para la fabricación de muebles finos, por lo cual, ha sido explotada en exceso, perdiéndose genotipos variados y tal vez genéticamente importantes. Una estrategia de conservación forestal podrían ser las Unidades Productoras de Germoplasma Forestal (UPGF) y por ello, se ha iniciado un programa de selección de individuos fenotípicamente superiores de esta especie en algunas regiones del Soconusco, Chiapas las cuales son: Huixtla, Tuzantán, Mazatán y Metapa. Pero existe escasa información sobre la morfología de frutos, calidad de semilla, y comportamiento en el crecimiento inicial de las progenies de dichos individuos superiores, por lo que el objetivo de la investigación fue analizar la variación morfológica de frutos, determinar la calidad de semillas y analizar el crecimiento inicial de la progenie de estos individuos superiores. Los resultados obtenidos muestran que entre los árboles hay variación en la morfología de frutos, pero sin relación con la calidad de la semilla. Se identificaron los individuos y procedencias que obtuvieron la mejor calidad de semilla y atributos de crecimiento en las plantas producidas: Mz1, Mt2, Xo y Mt3. Por lo que estos árboles deben ser considerados en los programas de mejoramiento genético para el establecimiento de ensayos de progenie y analizar su respuesta en condiciones de campo para comprobar la superioridad observada en estos experimentos.

**Palabras clave:** Variación morfológica, calidad de semilla, análisis de crecimiento.

## SEED, SEEDLING AND PLANT CHARACTERIZATION GENERATED OF *Tabebuia rosea* PLUS TREES FROM SOCONUSCO, CHIAPAS.

*Tabebuia rosea* (Bertol) DC, is a timber tree species commonly used for the manufacture of fine furniture, thus, has been overexploited, missing important genotypes and genetically diverse. A forest conservation strategy could be the Forest Germplasm Production Units (UPGF) and therefore has initiated a program of selection of phenotypically superior individuals of this species in Chiapas. There is limited information on the morphology of fruits, seed quality, and behavior in the initial growth of the progeny of such selected individuals, so the aim of the research was to analyze the morphological variation of fruits, determine the quality of seeds and analyze the initial growth of these selected individuals. The results show variation in the morphology of fruits and unrelated to the seed quality was observed. It was found variation in quality seed and growth of plants. Mz1, Mt2, Xo and Mt3: individuals who obtained the best quality of seed and plant. These trees could be used for seed collection and plant production knowing that they have an advantage over the other trees assessed in better seed quality and development in the early growth of plants.

**Keywords:** Morphological variation, seed quality, growth analysis.

## DEDICATORIAS

**A Dios**, por poner en mí la fuerza y sabiduría necesarias para salir adelante, por tu bondad, tu amor y tu presencia en mí. ¡A ti sea la gloria por siempre!

"Porque yo Jehová soy tu Dios, quien te sostiene de tu mano derecha, y te dice: No temas, yo te ayudo." Isaías 41:1

**A mis padres Didier y Juanita**, por ser lo más valioso que me ha dado la vida, por todo el apoyo que desde siempre me han brindado, por ser mi motor, mi fuerza.

**A mis hermanas**, Didí, Chío, Lau, Kary y Caro, por el cariño y amor que nos une. Gracias por sus consejos y apoyo.

**A mis pequeñas sobrinas**, Felisse, Ariane y Vicky por la alegría que han traído a nuestras vidas, y a las pequeñitas que aún no sé cómo se llamarán pero sé que pronto estarán con nosotros!

**A José Luis Rangel** por formar parte en mi vida, por su valiosa ayuda y grandes aportaciones en la realización de este trabajo, por el apoyo moral e incondicional que siempre me ha dado.

**A Jack**, que ha estado conmigo en los últimos meses, por ser mi amigo y mi defensor, por su espera y amor.

## AGRADECIMIENTOS

**Al Colegio de Postgraduados** por abrirme sus puertas para continuar con mi formación académica, profesional y personal.

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por la beca otorgada para la realización de mis estudios de Maestría.

**A mi Consejero, Dr. Jesús Jasso Mata**, por su apoyo profesional en cada etapa de este trabajo, por creer en mí, aun en los momentos más difíciles de mí paso por la Maestría.

**Al Dr. Marcos Jiménez Casas**, por sus valiosas aportaciones, asesorías, enseñanzas, dedicación y espacio para revisar y orientar en el trabajo de investigación.

**Al Dr. Saúl Espinosa Zaragoza**, por el apoyo brindado en la realización del trabajo de investigación, brindando los materiales necesarios para poder llevarse a cabo.

**Al Dr. Benito Ramírez Valverde** por ser un aportador más en mi formación, con sus enseñanzas profesionales y apoyo brindado en la culminación y revisión de esta tesis.

**Al ing. Pablo Tomasini, dueño de la "Finca Quien sabe"**, por el apoyo brindado al darnos un espacio para el establecimiento del vivero y por todos los materiales y apoyo que nos brindó.  
¡Muchas gracias!

**A todos los profesores investigadores del Posgrado Forestal y personal secretarial**, que formaron parte de mi preparación profesional, enseñanzas y su grata amistad.

**A, Saúl, Manuel, Ray, Selene, Dania, Eder, Elian**, por su valioso ayuda en el trabajo de campo.

**A tío Carlos, tío Aurelio, tía Soledad, la señora Carmen, el señor Salomé a Edith, Paty, Norma, Xóchitl, Monse y Ricardo**, por todo el apoyo que me han brindado.

# Contenido

<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	<b>1</b>
1.    Objetivos .....	2
2.    Hipótesis .....	3
3.    Revisión de literatura .....	3
4.    Literatura citada .....	5
<b>CAPITULO II. CALIDAD DE SEMILLA DE ÁRBOLES SELECTOS DE     <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC. EN EL SOCONUSCO,     CHIAPAS</b> .....	<b>8</b>
2.1.    RESUMEN .....	8
2.2.    ABSTRACT .....	9
2.3.    INTRODUCCIÓN .....	10
2.4.    MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
2.5.    RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	14
2.6.    CONCLUSIONES .....	21
2.7.    REFERENCIAS.....	22
<b>CAPITULO III. CRECIMIENTO INICIAL Y DISTRIBUCIÓN DE     BIOMASA EN PLÁNTULAS DE <i>Tabebuia rosea</i>     PROVENIENTES DE ÁRBOLES PLUS</b> .....	<b>26</b>
3.1.    RESUMEN .....	26
3.2.    ABSTRACT .....	27
3.3.    INTRODUCCIÓN .....	28
3.4.    MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.5.    RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	34

3.5.1.	Características de crecimiento en altura .....	34
3.5.2.	Características de crecimiento en Diámetros .....	35
3.5.3.	Comportamiento general de la especie en el incremento en diámetro, altura y presencia de foliolos. ....	37
3.5.4.	Área Foliar.....	39
3.5.5.	Comportamiento general de la especie en la Tasa de Crecimiento Relativa en altura, diámetro y área foliar .....	40
3.5.6.	Raíz .....	42
3.5.7.	Distribución de la biomasa.....	42
3.5.8.	Comportamiento general de la especie en la distribución de la biomasa.....	43
3.5.9.	Relación parte aérea/raíz.....	45
3.5.10.	Determinación de azúcares totales por el Método de Antrona .....	49
3.5.11.	Correlaciones funcionales entre variables.....	50
3.6.	CONCLUSIONES .....	54
3.7.	REFERENCIAS.....	55
	<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>59</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>60</b>
	<b>ANEXO FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>61</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1. Localización geográfica, altitud, precipitación y temperatura de 11 individuos de <i>Tabebuia rosea</i> utilizados para la caracterización de frutos. ....	12
Cuadro 2.2. Comparación de medias en la caracterización morfológica de frutos de 11 individuos de <i>Tabebuia rosea</i> .....	14
Cuadro 2.3. Comparación de medias en el comportamiento germinativo de semillas de 11 individuos de <i>Tabebuia rosea</i> .....	20
Cuadro 3.1. Prueba de medias en el comportamiento en altura inicial, diámetro Inicial y su respectiva TCR de nueve individuos de <i>Tabebuia rosea</i> .....	37
Cuadro 3.2. Distribución de la Biomasa durante cuatro periodos de evaluación en nueve individuos de <i>T. rosea</i> .....	47

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Número de semillas por kilogramo de 11 individuos de <i>Tabebuia rosea</i> .	16
Figura 2.2. Contenido de humedad en semillas de 11 individuos de <i>Tabebuia rosea</i> .	17
Figura 2.3. Porcentaje de germinación de semillas de 11 individuos de <i>T. rosea</i> .	18
Figura 2.4. Velocidad de germinación diaria en semillas de 11 individuos de <i>Tabebuia rosea</i> .	19
Figura 3.1. Comportamiento en altura de nueve individuos de <i>Tabebuia rosea</i> en un periodo de 97 días después de la siembra.	34
Figura 3.2. Comportamiento en diámetro de nueve individuos de <i>Tabebuia rosea</i> en un periodo de 97 días después de la siembra.	36
Figura 3.3. Comportamiento general de la especie <i>T. rosea</i> en diámetro, altura, y presencia de foliolos, durante un periodo de 109 días después de la siembra.	38
Figura 3.4. Comportamiento del área foliar en los cuatro momentos de evaluación.	40
Figura 3.5. Tasa de crecimiento relativa de <i>Tabebuia rosea</i> en periodos de 28 días.	41
Figura 3.6. Distribución de la materia fresca y materia seca en cuatro periodos de evaluación que corresponde a los 40-60-80-100 dds.	44
Figura 3.7. Prueba de azúcares totales por el Método de Antrona que corresponde a los 40-60-80 y 100 dds.	49
Figura 3.8. Correlación entre la TCRa con la altura inicial, TCRd y la BA.	50
Figura 3.9. Correlación entre el DI con la altura inicial y la succulencia.	51
Figura 3.10. Correlación entre la TCRd y la Biomasa radical.	52
Figura 3.11. Correlación entre la biomasa total y el diámetro final.	52
Figura 3.12. Correlación entre la biomasa radical y la biomasa aérea.	53
Figura 3.13. Correlación del AREAF y la altura final.	53

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

---

AI	Altura inicial	PS	Peso seco
AF	Altura final	R/AR	Relación parte aérea raíz
AREAF	Área foliar	SUC	Suculencia
BA	Biomasa aérea	TCRa	Tasa de crecimiento relativa de altura
BR	Biomasa radical	TCRd	Tasa de crecimiento relativa de diámetro
BT	Biomasa total	TCRaf	Tasa de crecimiento relativa de área foliar
DI	Diámetro inicial	UPGF	Unidades productoras de Germoplasma Forestal
DF	Diámetro final	VG	Velocidad de germinación
DDS	Días después de la siembra	VP	Valor pico
GMD	Germinación media diaria	% CH	Porcentaje de contenido de humedad
NSXKg	Número de semillas por kilogramo	% G	Porcentaje de germinación
PH	Peso húmedo		

---

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los bosques y selvas han sido expuestos a graves procesos de deforestación debido al crecimiento poblacional y la consecuente demanda de bienes y servicios de dichos recursos. Este deterioro ha sido causado por aprovechamientos clandestinos, incendios forestales, plagas y enfermedades, cambio de uso de suelo y un aprovechamiento inadecuado que ocasiona grandes pérdidas de los recursos genéticos forestales. Es de suma importancia buscar mecanismos o estrategias que involucren su conservación. Un mecanismo podría ser las fuentes semilleras o (UPGF) (García, Ramos & Becerra, 2011). Iniciando con una selección fenotípica de árboles que involucre el inicio de un mejoramiento genético que en un futuro podría llevarnos a la obtención de material genético superior que pueda servir para establecer plantaciones forestales comerciales y reducir la presión en las selvas.

Ante esto, es importante realizar una buena selección fenotípica, tomando en cuenta que cada individuo adopta información genética en su genoma de acuerdo a las necesidades de supervivencia en su entorno, por lo tanto, cada individuo aun siendo de la misma especie, tiene diferente información genética que se conoce como variabilidad y puede transmitirse a los nuevos individuos a través del tiempo (Hidalgo, 2003). Las especies forestales producidas por semillas tienen la ventaja de transmitir a su descendencia ciertas características adquiridas por herencia. Por ello, es importante disponer desde el inicio con semillas de calidad y con un grado de mejoramiento que contribuya a la obtención de árboles con características deseables y a su vez que estas características sean heredables en el tiempo. La selección de árboles plus determina en gran medida la magnitud de la ganancia genética que se obtendrá tanto en la primera como en las siguientes generaciones por lo que se debe poner especial cuidado en su ejecución (Corea, 1994).

*Tabebuia rosea* Bertol DC. es una especie forestal tropical maderable perteneciente a la Familia Bignoniaceae (Williams, 2007) de gran importancia en el

mercado comercial debido a la calidad de su madera, utilizada frecuentemente para la fabricación de muebles finos, debido a ello ha sido explotada, extrayendo buenos fenotipos, perdiendo de esta forma genotipos desconocidos, pero muy importantes en las poblaciones de dichas especies. Actualmente la Universidad Autónoma de Chiapas (Facultad de Ciencias Agrícolas), interesada en programar proyectos de plantaciones con esta especie en la Región del Soconusco en beneficio de sus habitantes inició la selección de árboles fenotípicamente superiores para producir en algún momento semilla para dichas plantaciones. Ahora se pretende caracterizar la semilla, plántula y planta de dichos árboles seleccionados.

Por lo anterior el objetivo de esta investigación es ratificar la calidad de 11 árboles de *Tabebuia rosea*, ubicados en el Soconusco, Chiapas, México. Dichos árboles han sido previamente seleccionados por lo que son putativamente considerados como árboles plus, por lo tanto, esta investigación se realizó mediante el análisis y evaluación de distintos caracteres a través de tres etapas: semilla, plántula y planta en dicha especie.

## **1. Objetivos**

### **Objetivo general**

- Conocer la variación morfológica de frutos, calidad de semilla y planta de 11 individuos de *T. rosea* considerados putativamente como árboles “plus”, proveniente de una población distribuida en cuatro Municipios de la Región Soconusco, Chiapas.

### **Objetivos específicos**

- Analizar la variación morfológica de frutos generados por 11 individuos de *T. rosea*.
- Determinar la calidad de semilla de esos 11 individuos de *T. rosea*.

- Analizar los cambios morfológicos y el crecimiento inicial de la progenie de nueve individuos de *T. rosea*.

## **2. Hipótesis**

- Existe una alta variación entre la morfología de frutos de los árboles seleccionados.
- Existe una alta calidad de la semilla de los árboles seleccionados.
- Existe una alta variación en el crecimiento inicial de las plantas progenie según el árbol madre utilizado.
- La producción de plantas con semillas de árboles superiores tendrán un crecimiento morfológico y fisiológico sin alteraciones, por lo cual dichos árboles podrán ser utilizados como UPGF.

## **3. Revisión de literatura**

*Tabebuia rosea* Bertol DC. adquiere distintos nombres regionalmente es conocida por distintos nombres, en Tabasco y Chiapas es conocido como: roble, maculís, macuil o macuilís. En Tamaulipas y San Luís Potosí: palo de rosa; en Veracruz, Oaxaca y Guerrero: roble; en Campeche y Quintana Roo: rosa morada; en Sinaloa: amapola (Rodríguez, Sinaca & Jamangapé, 2009). Se distribuye desde el sur de México, hasta el norte de Venezuela y el oeste de los Andes en las Costas de Ecuador y Las Antillas (Miranda 1999, citado por Herrera, 2015). En el Golfo de México se distribuye desde el Sur de Tamaulipas hasta al Sur de Campeche y en la Vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Chiapas (Pennington & Sarukhán, 2005). Es una especie multiusos, sin embargo, los más comunes son: la utilización de la madera para elaboración de muebles finos, pisos, gabinetes, chapas decorativas, construcción de botes, ebanistería, ruedas para carretas, artesanías, cajas y embalajes (Méndez-Soihet 1997, citado por Herrera, 2015). También es utilizada como planta ornamental en parques, jardines y casas (Herrera, 2015).

Este árbol mide de 6-10 m de altura en cultivo, sobrepasando los 25 m en condiciones naturales (Herrera, 2015) con un diámetro a la altura del pecho de hasta un metro (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2011). La copa es ancha, estratificada e irregular, con pocas ramas horizontales; hojas decusadas, compuestas, digitadas, de peciolo largo y deciduos. Cada hoja tiene cinco folíolos de tamaño diferente, el folíolo central es más largo. La polinización es entomófila, las flores son hermafroditas, zigomórficas y solitarias o agrupadas en una inflorescencia pequeña y terminal, con un par de brácteas subtendiendo hacia la dicotomía (Flores & Marín, 2010). La floración es en forma explosiva, casi todos los individuos de la especie en una zona florecen el mismo día y las flores solo duran cerca de cuatro días; puede haber diferencia en la floración según la zona (Salazar, 1997). El fruto es una capsula linear-cilíndrica (Herrera, 2015), contiene numerosas semillas aproximadamente de 240 a 300 semillas (CONAFOR, 2011). La fructificación es de marzo a junio (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2001). Carlson (2004) menciona que los frutos maduran de febrero a marzo y Rodríguez *et al.* (2009) afirman que fructifica de mayo a julio. Las semillas no presentan latencia y es un tipo de semilla ortodoxa (CONAFOR, 2011), son aladas y delgadas, blanquecinas, de dos a tres centímetros de largo, las alas, hialino-membranáceas, conspicuamente demarcadas del cuerpo de la semilla (CONAFOR, 2011). Según Salazar (1997), el número de semillas por kilogramo es de aproximadamente 42,000, mientras que CONAFOR (2001) señala que el número varía de 40 mil a 72 mil semillas; Flores y Marín (2010), reportan un número de 40,000 a 45,000. El contenido de agua en semillas frescas es de 12 a 13 %, el porcentaje de germinación varía de 75 a casi 100 % (Flores y Marín, 2010).

#### 4. Literatura citada

Carlson, K., A. (2004). *Guías silviculturales de árboles nativos en plantaciones forestales comerciales y agroforestales del trópico húmedo de México*. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Texcoco, Estado de México.

Comisión Nacional Forestal. (2001). *Tabebuia rosea (Bertol) D. C. Paquetes tecnológicos*. Autor. Obtenido de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1008Tabebuia%20rosea.pdf>

Comisión Nacional Forestal. (2011). *Tabebuia rosea Bertol DC*. Autor. Obtenido de [www.conabio.gob.mx/conocimiento/info/doctos/11-bigno7m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info/doctos/11-bigno7m.pdf).

Corea, E. (1994). Selección de árboles plus. En J. P. Cornelius, J. F. Mesén y E. A. Corea. (Ed.), *MANUAL SOBRE MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL Con Referencia Especial a América Central* (pp. 91-101). Turrialba, Costa Rica: Centro agronómico tropical de Investigación y Enseñanza. Obtenido de <https://goo.gl/HkhRMb>

Flores, E. M. y Marín, W. A. (2010). *Tabebuia rosea (Bertol.) DC*. En J. A. Vozzo. (Ed.), *Manual de Semillas de Árboles Tropicales* (pp. 719-721). Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Servicio Forestal. Obtenido de <https://goo.gl/3RJg3r>

- García, Y., Ramos, J. M., & Becerra, J. (2011). Semillas forestales nativas para la restauración ecológica. *Biodiversitas*, (94), 12-15. Obtenido de <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv94art3.pdf>
- Herrera, E. E. (2015). *Tabebuia rosea* (Bertol) DC., un árbol de color rosa y sus usos tradicionales. *Desde el Herbario CICY*, (7), 52-54. Obtenido de [http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2015/2015-03-19-Esther-Formato.pdf](http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2015/2015-03-19-Esther-Formato.pdf)
- Hidalgo, R. (2003). Variabilidad Genética y Caracterización de Especies Vegetales. En T. L. Franco & R. Hidalgo. (Ed.), *Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos* (pp. 2-26). Boletín Técnico No. 8. Calí, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Obtenido de línea: <https://goo.gl/rhVJjt>
- Pennington, T., y Sarukhán, J. (2005). *Tabebuia rosea*, Distribución potencial., escala: 1:4000000. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica. Extraído de *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. México, D.F. Publicado en el Catálogo de metadatos geográficos, CONABIO. Obtenido de [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/biodiv/distpot/dpplant/dppmagnoli/distrosegw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/distpot/dpplant/dppmagnoli/distrosegw)
- Rodríguez, J., Sinaca, P., & Jamangapé, G. (2009). *Frutos y semillas de árboles tropicales de México*. Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Salazar, R. (1997). *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. *Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales*, CATIE, (8), 15-16. Obtenido de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0008s/A0008s08.pdf>

Williams, J. L. H. (2007). Anatomía del Xilema secundario de diez especies de la familia Bignoniaceae de Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, 30(2), 361-384. Obtenido de <http://www.scielo.org.ve/pdf/abv/v30n2/art07.pdf>

## CAPITULO II. CALIDAD DE SEMILLA DE ÁRBOLES SELECTOS DE *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. EN EL SOCONUSCO, CHIAPAS.

### 2.1. RESUMEN

*Tabebuia rosea* (Bertol) DC., es una especie forestal maderable ampliamente utilizada para la fabricación de muebles en México, por lo cual, ha sido explotada en exceso, perdiéndose genotipos variados y tal vez genéticamente importantes; una estrategia de conservación forestal podrían ser las unidades de germoplasma forestal. En Chiapas se ha iniciado un programa de selección de individuos fenotípicamente superiores de la especie, sin embargo, existe escasa información sobre la calidad de semilla por individuos y específicamente en sus características reproductivas, siendo parte de la eficiencia y el éxito de la producción de plantas en vivero. El objetivo de este estudio es conocer la variación morfológica de frutos y calidad de la semilla de 11 individuos de *T. rosea*, considerados putativamente como árboles “plus” provenientes de una población distribuida en cuatro Municipios de la Región Soconusco. En la morfología de frutos se encontraron diferencias significativas entre individuos. También se encontraron altos porcentajes de pureza (92.50 %) lo cual facilita su manejo en la limpieza. El número de semillas promedio por kilogramo fue de 53,410. El contenido de humedad fue de 11.05%, por lo que es recomendable darle manejo adecuado para almacenamiento, la germinación registró un promedio de 68.8%.

**Palabras clave:** Caracterización morfológica, pureza de semilla, contenido de humedad, germinación, árboles plus.

QUALITY OF SEED IN SELECTED TREES *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. IN  
SOCONUSCO, CHIAPAS.

**2.2. ABSTRACT**

*Tabebuia rosea* (Bertol) DC. is a timber forest species used for the manufacture of furniture, thus it has been excessively exploited, probably losing important genotypes; forest conservation strategy could be in forest germplasm unities (UPG in Mexico). In Chiapas, has begun a program for selecting phenotypically superior individuals of this species, however, little is known on seed quality and specifically on the reproductive characteristics per tree. This data is an important part of the efficiency and success of the production of nursery plants. The objective of this study is, to determine the variation in the morphology of fruits and seed quality of, 11 individuals of *T. rosea* putatively regarded as "plus" trees from four sites distributed in four municipalities of the Soconusco Region population. Regarding fruit morphology differences among provenances and individuals were found. High percentages of seed purity registered (92.5%) which provides facilities for cleaning and seed storage. The average number of seeds per kilogram was 53.410. The moisture content was 11.05% so it is advisable to provide appropriate handling for storage, germination earned an average of (68.8%).

**Key words:** Morphological characterization, seed purity, moisture content, germination, "plus" trees.

### 2.3. INTRODUCCIÓN

*Tabebuia rosea* (Bertol) DC., es una especie forestal tropical perteneciente a la Familia Bignoniaceae, tiene una diversidad de usos, principalmente es utilizada por su madera para la elaboración de muebles y construcción de casas (Orantes–García & Moreno-Moreno, 2013). La demanda de sus productos ha incrementado su aprovechamiento, por lo que la especie pronto podría estar amenazada.

Con las UPGF se pueden establecer estrategias de rescate, conservación y mejoramiento genético de esta especie (García, Ramos & Becerra, 2011); además, en determinado tiempo podrían generar ganancias económicas de manera local y también a la industria maderera con el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (PFC).

La calidad de semilla es de vital importancia para que las unidades de germoplasma cumplan con esas tareas. Por lo que la selección de árboles fenotípicamente superiores, para recolectar esa semilla, es un aspecto básico para los programas de mejoramiento genético y de conservación. Además, se ha comprobado en las últimas cinco décadas la capacidad que tienen los árboles de transmitir características a su descendencia (Alba-Landa, Mendizábal-Hernández & Márquez, 2008). Al respecto, poca información se ha generado sobre la calidad y producción de semilla de árboles fenotípicamente superiores de *T. rosea* en rodales de Chiapas.

En varias especies forestales se han establecido programas para establecer ensayos de progenies y huertos semilleros, partiendo de la selección de fenotipos superiores, para producir planta requerida en las PFC con la calidad demandada por la industria. A la fecha se desconoce la calidad de semilla producida por árboles de *T. rosea*, que aún permanecen en rodales semilleros de Chiapas. Por lo que en este sentido, una caracterización intraespecífica, podría ayudar a

conocer el patrón de variación en la calidad de semilla recolectada entre los árboles fenotípicamente superiores de *T. rosea* en el Sureste de Chiapas. Esto, con la finalidad de determinar su manejo, almacenamiento, producción de planta en vivero e identificar tempranamente cualquier problema de conservación en los lotes de semilla. El objetivo de este estudio es conocer la variación morfológica de frutos y calidad de la semilla de 11 individuos de *T. rosea* considerados putativamente como árboles “plus”, proveniente de una población distribuida en cuatro Municipios de la Región Soconusco, Chiapas. La hipótesis plantea que existe una alta variación entre la morfología de frutos y calidad de la semilla de dichos árboles seleccionados como superiores.

#### **2.4. MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), con semillas de 11 árboles seleccionados de *T. rosea* produciendo semillas, distribuidos en cuatro regiones municipales (se indica su nomenclatura por árbol en el Cuadro 2.1), dentro del Programa de Mejoramiento de Especies Forestales en la UNACH. Dicha selección se realizó en poblaciones naturales de la especie basada en características fenotípicas tomando en cuenta: rectitud del fuste, diámetros de 30 a 50 cm, altura (más de 20 m), y libre de plagas y enfermedades. Durante abril - mayo de 2015, a cada árbol seleccionado se le recolectaron frutos para la obtención de semillas, una vez que la vaina se tornaba color café claro y empezaban a liberar las semillas.

Posteriormente, se llevó a cabo la caracterización del fruto, para ello se utilizaron 10 vainas por árbol. Con ayuda de una regla graduada y un vernier digital se tomaron datos de: Longitud, Ancho y Grueso, y el Peso se obtuvo en una balanza analítica; después se les dio el manejo postcosecha manteniendo las vainas en un

lugar techado entre sol y sombra hasta que llegaran a la dehiscencia. Enseguida se realizaron tres pruebas físicas en las que se utilizaron tres repeticiones de 100 semillas, éstas fueron: Pureza (%P), Número de Semillas por Kilo (NSXkg) y Contenido de Humedad (% CH), además se incluyó una prueba fisiológica para determinar: Germinación (%G), Velocidad de Germinación (VG), el Valor Pico (VP) y la Germinación Media Diaria (GMD).

Cuadro 2.1. Localización geográfica, altitud, precipitación y temperatura de 11 individuos de *Tabebuia rosea* utilizados para la caracterización de frutos.

Regiones	Individuo	Ubicación		Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
		Latitud	Longitud			
Tuzantán	Xo	15° 7' 47"	92° 26' 43"	43	2500	35-24
Mazatán	Mz1	14° 52' 19"	92° 26' 52"	36	2000	33 -18
	Mz2					
	Mz3					
	Mz4					
Huixtla	Un1	15° 3' 44"	92° 30' 26"	18	2300	30-22
	Un2					
	Un3					
Metapa	Mt1	14° 51' 29"	92° 11' 21 "	160	4000	22-18
	Mt2					
	Mt3					

El análisis de pureza se realizó con una muestra del total de semilla obtenida al final del manejo postcosecha. El ensayo consistió en pesar una muestra en conjunto con las impurezas, considerando las alas de la semilla como impurezas (International Seed Testing Association [ISTA], 2015). Enseguida, se procedió a separar manualmente las impurezas que se encontraban en el lote y se pesaron las semillas puras, la determinación del % P se calculó con la fórmula: (Peso de semilla pura / peso de la muestra original) por 100 (Ceballos-Freire & López-Ríos, 2007; Willan, 1991). Se registró el peso puro de las semillas por muestra y con ello se determinó el NSXkg, tomando la fórmula: (1000x1000) /peso de mil semillas (Willan, 1991). El % CH, se llevó a cabo a través de la determinación por diferencia de peso. Las semillas en estado natural fueron pesadas, después se colocaron en bolsas de papel y se introdujeron a una estufa de secado marca

VWR modelo 1390FM, donde permanecieron a una temperatura constante de 70 °C durante dos días, determinándose el % CH con la fórmula: (Peso húmedo – peso seco) / peso húmedo por 100 (Ceballos-Freire & López-Ríos, 2007). Para el % G, las semillas se sumergieron en agua por un periodo de 24 horas para hidratarlas e iniciar el proceso metabólico (Ramírez *et al.*, 2012). Posteriormente, se utilizó el método de entre papel colocando las muestras bajo la luz. Para la evaluación se consideraron únicamente las plántulas normales (Alzugaray, Carnevale, Salinas & Pioli, 2006; ISTA, 2015), estimada de acuerdo a las fórmulas de Czabator (como se citó en Willan, 1991).

El % G se determinó al final de la evaluación de acuerdo al número de plántulas normales / número de semillas sembradas por 100 y la VG dividiendo el % G acumulado / número de días transcurridos desde la siembra, el VP fue el valor más alto que alcanzó la VG y la GMD se obtuvo de acuerdo al % G/número de días transcurridos a partir del primer conteo (Willan, 1991). Se realizaron análisis de normalidad para cada variable evaluada, mediante la prueba de Shapiro-Wilk, donde las variables que no cumplieron con los supuestos de normalidad se analizaron con la prueba de Kruskal-Wallis; y aquellas que tenían un comportamiento normal con el procedimiento GLM del programa SAS. Se realizó una comparación de medias por Tukey ( $\alpha=0.05$ ), asimismo se realizó un análisis de correlación Pearson para determinar relación entre variables. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + I_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:  $Y_{ij}$ : Es la respuesta de la variable de interés;  $\mu$ : Es la media general del experimento;  $I_i$ : Es el efecto del i-esimo individuo;  $\varepsilon_{ij}$ : Es el error aleatorio asociado a la respuesta  $Y_{ij}$ .

## 2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las variables estudiadas, para la caracterización de vainas, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ) entre familias (Cuadro 2.2). Las vainas más largas se presentaron en Xo, con un 22.2 % mayor respecto a Mt2 que fue el más bajo; en el ancho, Mz3 es 41.5 % mayor que Un1, en el grosor, Un3 es 68.8 % mayor respecto a Mz2 y en el peso, Xo es 51.9 % mayor que Mt2. En el cuadro 2, se puede observar que los árboles, Xo, Un1 y Mt3, son los más constantes en la obtención de valores mayores en largo, grosor y peso; mientras que Mz4, Mt2 y Mt1 obtienen generalmente los resultados menores. Con estos datos se pueden observar las diferencias morfológicas, confirmando que existe variabilidad entre frutos por individuos; dicha variación, puede estar asociada a la adaptación fisiológica en respuesta a condiciones ambientales en las que se encuentran los individuos (Gómez, Ramírez, Jasso & López, 2010), además de algunos factores genéticos. El resultado en Longitud, Ancho, Grueso y Peso de vainas fue de: 33.1 cm, 11.7 mm, 10.8 mm y 24.4 g, respectivamente, para los 11 árboles. No encontrándose información disponible en escritos autorizados para alguna comparación.

Cuadro 2.2. Comparación de medias en la caracterización morfológica de frutos de 11 individuos de *Tabebuia rosea*.

Individuo	Largo (cm)	Ancho (mm)	Grosor (mm)	Peso (g)
Un1	36.49 ± 0.75 a	9.75 ± 0.16 d	13.59 ± 0.25 a	26.26 ± 1.07 abc
Un2	33.64 ± 0.59 ab	10.02 ± 0.2 d	12.42 ± 0.49 ab	23.63 ± 1.75 bcd
Un3	31.60 ± 0.76 bc	10.81 ± 0.26 cd	13.99 ± 0.29 a	27.21 ± 1.72 abc
Xo	37.14 ± 1.57 a	10.74 ± 0.13 cd	13.54 ± 0.14 a	30.19 ± 1.05 a
Mz1	32.00 ± 1.33 bc	12.50 ± 0.29 ab	9.24 ± 0.24 cde	24.58 ± 1.83 abcd
Mz2	33.83 ± 1.17 ab	10.60 ± 0.14 cd	8.29 ± 0.12 e	21.22 ± 1.13 cd
Mz3	30.44 ± 0.79 c	13.80 ± 0.22 a	9.88 ± 0.16 bcd	22.71 ± 1.06 bcd
Mz4	31.47 ± 0.48 bc	11.46 ± 0.37 bc	9.06 ± 0.26 de	21.41 ± 0.58 cd
Mt1	31.31 ± 1.07 bc	12.98 ± 0.24 a	9.36 ± 0.23 cde	22.48 ± 1.57 bcd
Mt2	30.40 ± 0.61 c	12.22 ± 0.17 ab	9.52 ± 0.13 cd	19.88 ± 0.82 d
Mt3	35.99 ± 0.86 a	13.63 ± 0.14 a	10.22 ± 0.22 bc	28.51 ± 1.35 ab

Nota:  $\pm$  Error estándar. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes, (Tukey, 0.05).

En los resultados de la correlación Pearson como era de esperarse se obtuvo una correlación positiva de 0.733 ( $p=0.0103$ ) entre las variables largo-peso y entre la variable grosor-peso hubo una correlación de 0.709 ( $p=0.0146$ ), es decir a mayor longitud y grosor de vainas se obtiene también mayor peso. Asimismo, se obtuvo correlación negativa de -0.573 con ( $p=0.0066$ ) entre el Ancho-Grosor el cual refleja que vainas más anchas son menos gruesas.

En el análisis del % P no se encontraron diferencias significativas, mientras que el NSXkg obtuvo diferencias estadísticamente significativas ( $p= 0.001$ ) al igual que en el % CH ( $p= 0.013$ ). El % P osciló de 88-97 % y un valor medio de 92.5 %, mientras que Quinto, Martínez-Hernández, Pimentel-Bribiesca y Rodríguez-Trejo (2009), reportan porcentajes más bajos (81.14 %). En este estudio, en promedio, el porcentaje más alto es obtenido por Mz1 (95 %) y el valor más bajo por Mt1 (90 %). Cabe mencionar que la mayor parte de las impurezas son los restos de ala de las semillas atribuyendo esto a que las semillas se sacan directamente de la vaina, evitando contaminarse de otros elementos, este comportamiento suele ser ventajoso pues permite tener un mejor manejo y disminuir el tiempo y trabajo en esta actividad; el resultado es similar a lo reportado por Alzugaray *et al.* (2006) en semillas de *Aspidosperma quebracho-blanco Schlecht.*

El peso de 1000 semillas, ayudó a determinar el NSXkg (Figura 2.1). En el análisis de varianza se observa que los individuos con mayor número de semillas son: Un2, Un1 y Un3, mientras que los más bajos son obtenidos por Mz3, Mz1 y Mt3, es decir, Un2 obtiene un número de 78,802 y Mz3 obtiene 35,587 semillas, por lo que Un2 obtiene una diferencia de 121% más que Mz3, además es de observarse que los individuos con mayor número de semilla pertenecen a la región de Huixtla

y los más bajos a la región Mazatán. En promedio se obtuvo un NSXkg de 53,480 semillas, sin embargo, Quinto *et al.* (2009), contabilizaron 40,209.

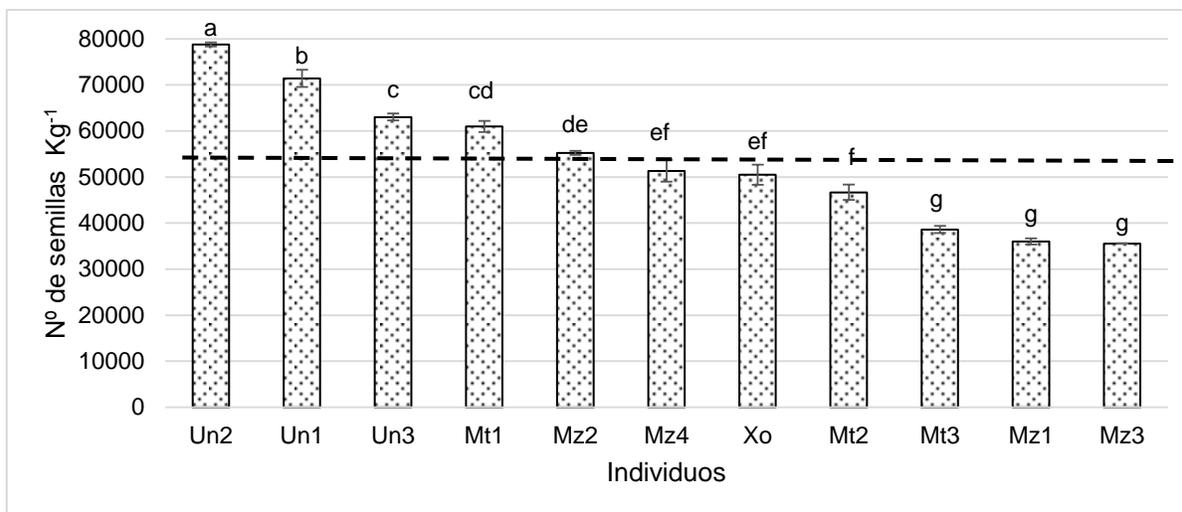


Figura 2.1. Número de semillas por kilogramo de 11 individuos de *Tabebuia rosea*. Individuos con letras iguales no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05). La línea punteada indica el valor promedio general.

Los valores del % CH se ubicaron de 5.9 -16.9 % con un promedio de 11 %. La humedad más alta, fue obtenida por Mz1, 58.3 % más que UA6, la cual fue la más baja (Figura 2.2). Los resultados son variados entre individuos, pero más altos que los reportados por Quinto *et al.* (2009), quienes reportan un porcentaje de 8.7 %. Vargas *et al.* (2014) considera que estas semillas tienen un comportamiento ortodoxo pues tienen un contenido de humedad bajo después de salir del fruto. Una de las principales características de estas semillas es su tolerancia a la deshidratación hasta del 5 % (Magnitskiy & Plaza, 2007). Es importante tomar en cuenta el alto CH que obtienen los individuos Mz1, Mz2 y Un2 para darle el manejo adecuado si se desea almacenar, pues altos valores de humedad podrían generar un ataque de hongos que propicie la pérdida de viabilidad en menor tiempo.

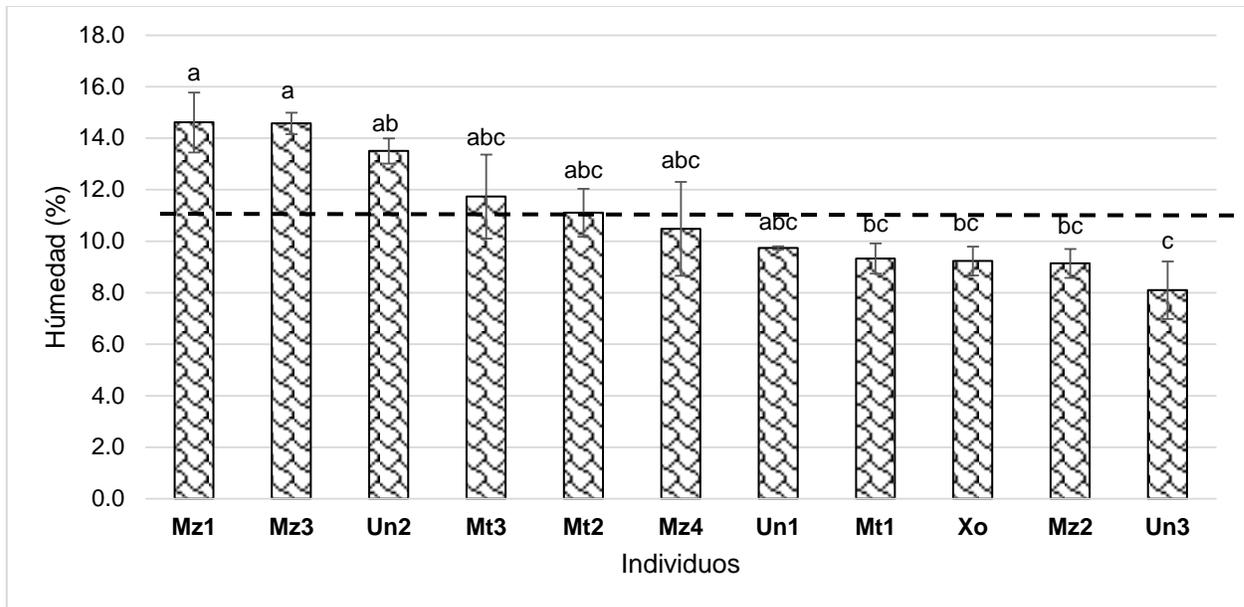


Figura 2.2. Contenido de humedad en semillas de 11 individuos de *Tabebuia rosea*.

Individuos con letras iguales no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

La línea punteada indica el valor promedio general de la especie.

En el % G, el análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas ( $p=0.0015$ ), destacando seis individuos que se encuentran por arriba de la media poblacional, siendo los mejores Mz1, Mz4, y Xo en un 151 % mejor respecto a Un3, Un2 y Mz3 que fueron los más bajos (Figura 2.3). El % G promedio fue de 68.8 %; sin embargo, en Colombia, Vargas, Duque y Torres, (2014) reportan porcentajes por arriba del 90 % sembradas en papel, y Ribeiro, Costa, Senna y Caliman (2010) obtuvieron el 100 % con semillas sembradas en substrato.

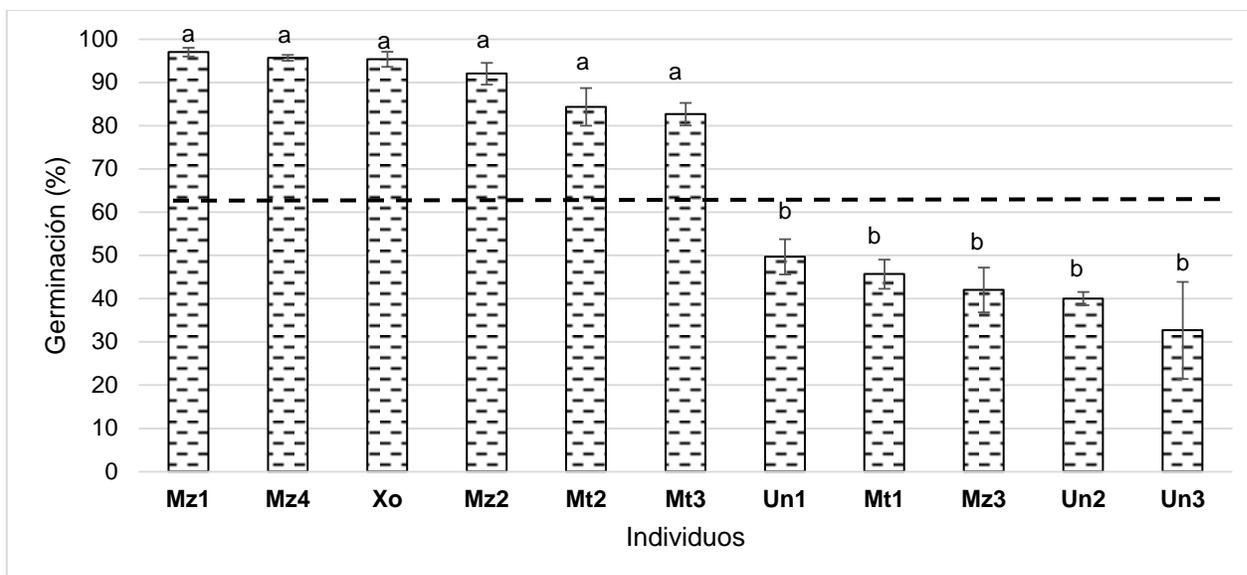


Figura 2.3. Porcentaje de germinación de semillas de 11 individuos de *T. rosea*. Individuos con letras iguales no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

Es importante señalar que aunque el estudio no se realizó por poblaciones, se observa que los individuos pertenecientes al municipio de Mazatán obtienen los mejores resultados; 75 % de ellos obtienen una buena germinación, en contraste con los individuos pertenecientes a Huixtla en el cual todos los individuos obtienen bajos resultados, quedando en duda las calidades genéticas y ambiental de esta población de Huixtla. Entre los individuos pertenecientes a Metapa 65 % de sus individuos poseen alta germinación y para el caso de Xochiltepec en el cual solo se encuentra un individuo el cual tuvo una alta germinación, no se puede realizar una inferencia a su población. La baja germinación de semillas en la especie puede ser atribuida a la discontinuidad en la producción de semilla en el año de colecta, el cual fue retrasado y ausente en algunos árboles de esta especie.

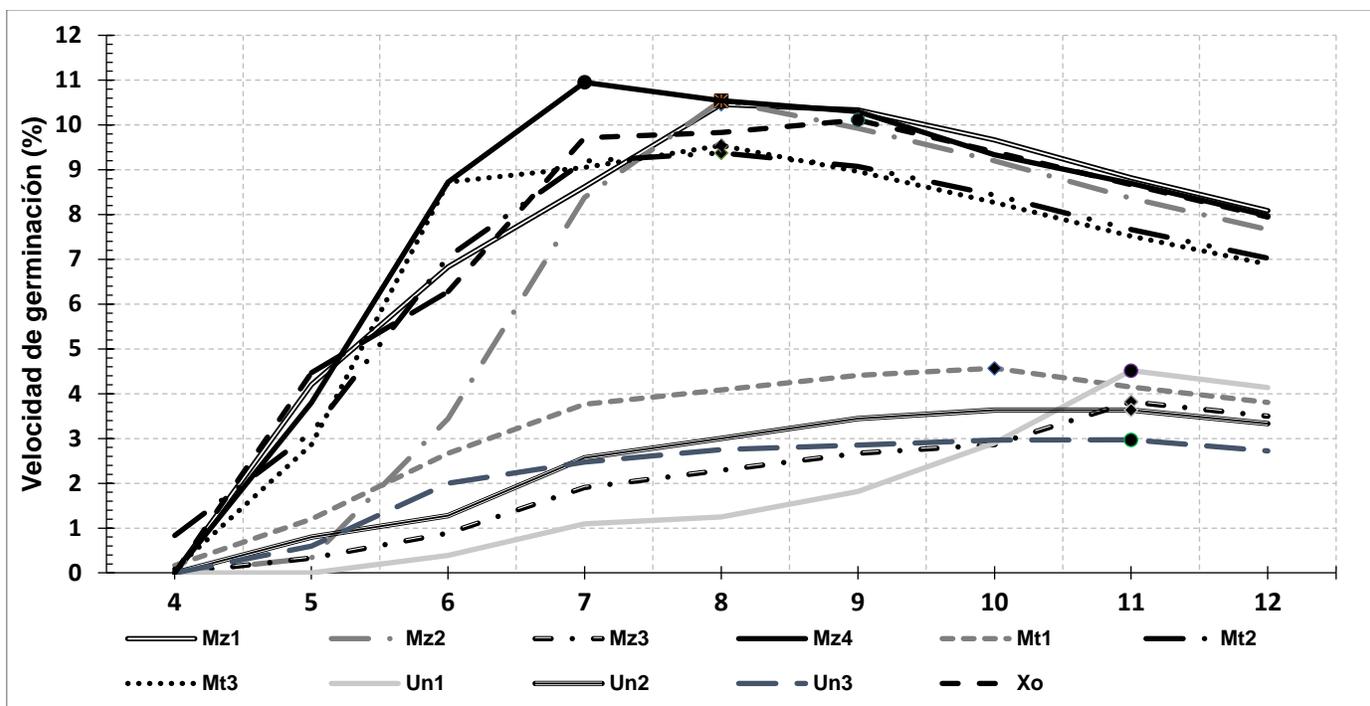


Figura 2.4. Velocidad de germinación diaria en semillas de 11 individuos de *Tabebuia rosea*.

La germinación inició al cuarto día después de la siembra en la mayoría de los lotes culminando la evaluación a los 12 días, tiempo en el cual la tasa de germinación se mantuvo constante; los resultados son similares a los obtenidos por Ribeiro *et al.* (2010), aunque dicha evaluación fue llevada a cabo sobre sustrato, obtienen el inicio de la germinación al quinto día culminando a los 15 días. Asimismo, se considera que el proceso de germinación en esta especie es rápida pues comparado con los resultados de Zamora, Ochoa, Vargas, Castellanos & de Jong (2010) quienes evaluaron la germinación de algunas especies forestales tropicales, obtienen la germinación entre los 13 y 67 días. Se observa que cinco individuos obtienen una VG mayor, siendo los más rápidos Mz4, Mz2 y Mz1, los cuales obtuvieron su máximo valor al séptimo y octavo días, este comportamiento puede ser ventajoso ya que manifiesta el vigor de la semilla con la rapidez uniformidad e intensidad en la germinación tal como lo señala Marcos Filho (citado por Navarro, Flebes y Herrera, 2015). Mientras que el resto

de los individuos fue más lento (Figura 2.4). El % G estuvo asociado a la GMD y VP demostrando así, el vigor de las plantas (Cuadro 2.3). Por lo tanto los mejores individuos respecto a PG y VG fueron: Mz1, Mz4, Xo y Mz2.

Cuadro 2.3. Comparación de medias en el comportamiento germinativo de semillas de 11 individuos de *Tabebuia rosea*.

Individuo	Valor pico	Germinación media diaria
Un1	4.52 ± 0.37 bc	3.82 ± 0.31 bc
Un2	3.9 ± 0.05 c	3.08 ± 0.12 c
Un3	3.21 ± 1.25 c	2.51 ± 0.86 c
Xo	10.4 ± 0.28 ab	7.33 ± 0.14 a
Mz1	11.63 ± 1.24 a	7.46 ± 0.08 a
Mz2	10.54 ± 0.4 ab	7.08 ± 0.19 ab
Mz3	3.82 ± 0.47 c	3.23 ± 0.4 c
Mz4	11.11 ± 0.24 a	7.36 ± 0.05 a
Mt1	4.67 ± 0.39 bc	3.51 ± 0.26 bc
Mt2	9.63 ± 0.62 abc	6.49 ± 0.33 abc
Mt3	9.54 ± 0.33 abc	6.36 ± 0.2 abc

Nota: ± Error estándar. Individuos con letras iguales no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

## 2.6. CONCLUSIONES

Entre árboles, existe alta variación en la morfología del fruto, pero sin relación con la calidad de semilla producida.

La calidad de la semilla tiene alta variación entre árboles productores selectos de la región del Soconusco, Chiapas. En general, la semilla producida en esta región es de buena calidad.

Dentro de la región, los árboles de Mazatán producen semilla de alta calidad y los de Huixtla de baja calidad.

Aunque en este estudio se muestra la variación existente en la calidad de semilla, a través de la distribución natural presente en la región del Soconusco, es importante seguir realizando estudios que abarquen un mayor número de árboles durante varios años semilleros para confirmar nuestros resultados y dar recomendaciones precisas.

## 2.7. REFERENCIAS

- Alba-Landa, J., Mendizábal-Hernández, L. D. C., & Márquez, R.J. (2008). El mejoramiento genético forestal y las pruebas establecidas en Veracruz. *Foresta Veracruzana*, 10(1), 25-29. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/497/49711434003.pdf>
- Alzugaray, C., Carnevale, N. J., Salinas, A. R., & Pioli R. (2006). Calidad de Semillas de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. *Quebracho*, 13, 26-35. Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185130262006000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185130262006000100004&script=sci_arttext)
- Ceballos-Freire, A. J., & López-Ríos, J. A. (2007). Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento. *Cenicafe*. 58, (4), 265-292. Obtenido de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/116/1/arc058%2804%2926+5-292.pdf>
- García, d I C. Y., Ramos, J. M., & Becerra, Z. J. (2011). Semillas forestales nativas para la restauración ecológica. *CONABIO. Biodiversitas*, 94, 12-15. Obtenido de <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv94art3.pdf>

Gómez, J. D. M., Ramírez, H. C., Jasso, M J., & López, U.J. (2010). Variación en características reproductivas y germinación de semillas de *Pinus leiophylla* Schiede ex Schltdl. & Cham. *Revista fitotecnia mexicana*. 33(4), 297-304. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v33n4/v33n4a7.pdf>

International Seed Testing Association (ISTA). (2015). *International Rules for Seed Testing*. Vol. 2015. Full issue i-19-8(276). doi: [10.15258/istarules.2015.F](https://doi.org/10.15258/istarules.2015.F)

Magnitskiy, S. V., & Plaza, G.A. (2007). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *Agronomía Colombiana*, 25(1) 96-103. Obtenido de <http://148.215.2.10/articulo.oa?id=180316240011>

Navarro, M., Febles, G., & Herrera, R. S. (2015). Vigor: essential element for seed quality. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 49(4) 447-458. Obtenido de <http://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/486>

Orantes–García C., & Moreno-Moreno, R. A. M. (2013). Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad de las semillas de *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. y *Tabebuia donnell-smithii* Rose (Bignoniaceae) en Chiapas, México. *Lacandonia*, 7(2) 67-72. Obtenido de <http://cuid.unicach.mx/revistas/index.php/lacandonia/article/view/490>

Ribeiro, C. A. D., Costa, M. D. P., Senna, D. D., & Caliman, J. P. (2012). Fatores que afetam a germinação das sementes e a biomassa de plântulas de *Tabebuia heptaphylla*. *Revista Floresta*, 42(1), 161-168. Obtenido de [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31907632/FATORES\\_QUE\\_AFETAM\\_A\\_GERMINACAO\\_DAS\\_SEMENTES\\_E\\_A\\_BIOMASSA\\_DE\\_PLANTULAS\\_DE\\_Tabebuia\\_heptaphylla.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472527712&Signature=78DSBTPexvM2yoYwRH3avkruJr8%3D&responsecontentdisposition=inline%3B%20filename%3DFactors\\_that\\_affect\\_the\\_germination\\_and.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31907632/FATORES_QUE_AFETAM_A_GERMINACAO_DAS_SEMENTES_E_A_BIOMASSA_DE_PLANTULAS_DE_Tabebuia_heptaphylla.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472527712&Signature=78DSBTPexvM2yoYwRH3avkruJr8%3D&responsecontentdisposition=inline%3B%20filename%3DFactors_that_affect_the_germination_and.pdf)

Quinto, L., Martínez-Hernández, P. A., Pimentel–Bribiesca, L., & Rodríguez–Trejo, D. A. (2009). Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 15(1), 23-28. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-32312009000100003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-32312009000100003)

Ramírez-Marcial, N., Luna-Gómez, A., Castañeda, O. H. E., Martínez-Ico, M., Holz, S. C., Camacho, C.A., & González-Espinosa, M. (2012). *Guía de Propagación de Árboles Nativos para la Recuperación de Bosques*. (2ª ed.). Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

Vargas, F. J. A., Duque, P. O. L., Torres, G. A. M. (2014). Germinación de semillas de cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical del Valle del Cauca,

Colombia. *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 63(1), 249-261 DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v63i1.14123>

Willan, R. L. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s00.htm#TOC>

Zamora-Cornelio, L. F., Ochoa-Gaona, S., Vargas, S. G., Castellanos, A. J., & de Jong, B. H. J. (2010). Germinación de semillas y clave para la identificación de plántulas de seis especies arbóreas nativas de humedales del sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 58(2), 717-732. Obtenido de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58n2/a15v58n2.pdf>

## CAPITULO III. CRECIMIENTO INICIAL Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA EN PLÁNTULAS DE *Tabebuia rosea* PROVENIENTES DE ÁRBOLES PLUS

### 3.1. RESUMEN

Se realizó una caracterización del crecimiento y desarrollo de plantas progenie de nueve árboles seleccionados y considerados como árboles plus, provenientes de la Región Soconusco, Chiapas. La siembra de las semillas se realizó en junio de 2015, culminando la evaluación en septiembre del mismo año. Cada uno de los árboles evaluados a través de su progenie estuvo representado por 25 plantas de las que se tomaron datos de crecimiento en altura y diámetro cada cinco días; asimismo, se registró el momento en el cual se da la presencia de los pares de hojas. También se analizó la biomasa, longitud de raíz y azúcares totales. Los datos obtenidos al término de la evaluación muestran un promedio en altura y diámetro de 14.8 cm y 4.2 mm, respectivamente. Los pares de hojas simples se presentan desde el par uno hasta el cinco, a partir del seis se presentan las hojas bifoliadas y a partir del par siete hasta el noveno se presentan las hojas trifoliadas. Al término de la evaluación se obtuvo un área foliar de 150.53 cm<sup>2</sup>. La tasa de crecimiento relativa en altura obtuvo en promedio 0.535 cm cm<sup>-1</sup>mes<sup>-1</sup> y la tasa de crecimiento relativa en diámetro obtuvo 0.409 mm mm<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup>. Se obtuvo una longitud de raíz promedio de 9.77 cm. La mayor acumulación de biomasa en el transcurso del periodo de evaluación se da en las hojas seguidas de la raíz y el tallo. La determinación de azúcares totales mostró un aumento en cada periodo evaluado, sin embargo, en la última fecha hay una reducción de 180 % posiblemente asociada al estrés que presentaron las plantas, por la presencia de hongos y plagas.

**Palabras clave:** Tasa de crecimiento relativa, área foliar, azúcares totales.

## INITIAL GROWTH AND DISTRIBUTION OF BIOMASS IN PLANTS OF PLUS TREES FROM *Tabebuia rosea*.

### 3.2. ABSTRACT

It is performed a characterization of the growth and development of plants progeny of nine tree selected and considered as plus trees from the Soconusco, Chiapas Region. Planting the seeds was carried out in June 2015, ending the assessment in September the same year. Each of the trees assessed through their progeny was represented by 25 plants, of which growth data were taken in height and diameter every five days; also, the time in which the presence of the pairs of sheets occurs was recorded. Biomass, root length and total sugars was also analyzed. Data obtained at the end of the evaluation show an average height and diameter of 14.8 cm and 4.2 mm, respectively. The pairs of simples leaves arise from the couple one to five, from six bifoliate leaves the present and from seven to ninth pair trifoliate leaves are presented. After the evaluation, a leaf area of 150.53 cm<sup>2</sup> was obtained. The relative rate of growth in height (TCRa) earned on average 0.535 cm<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> month and relative growth rate in diameter (TCRd) obtained 0.409 mm mm<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup>. It is obtained average of root length of 9.77 cm. The greatest accumulation of biomass in the course of the evaluation period is given in leaves, followed by root and stem. The determination of total sugars showed an increase in each assessment period, however, the last date there is a reduction of 180% associated with stress possibly presenting the plants, the presence of fungi and pests.

**Key words:** Relative growth rate, leaf area, total sugars.

### 3.3. INTRODUCCIÓN

*Tabebuia rosea* (Bertol) DC. es una especie forestal tropical maderable que está siendo explotada de su habitat natural en forma disgénica en el estado de Chiapas, debido a la demanda de su madera utilizada extensivamente para la fabricación de muebles finos y construcciones, por lo que la especie pronto podría estar amenazada. Una estrategia de rescate, conservación y el inicio de un mejoramiento genético de esta especie podrían ser las UPGF (García, Ramos & Becerra, 2011); que en determinado momento podrían generar ganancia con el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (PFC).

Por ello, en el Estado de Chiapas se inició con la selección de árboles fenotípicamente superiores que podrían ser utilizados como UPGF, sin embargo, se conoce poco sobre el desarrollo morfológico y fisiológico que las plantas de esta especie desarrollan en su primera etapa después de la germinación, así también se desconoce si hay alguna variación en el crecimiento de la progenie respecto al árbol madre utilizado.

La descripción del crecimiento de las plantas es importante para conocer las características de la dinámica de evolución de una especie y para analizar la influencia de diferentes factores sobre el desarrollo de la misma (Cobas-López, Sotolongo-Sospedra, García-Corona & Estévez-Valdez, 2002). Generalmente los parámetros morfológicos en el crecimiento de las plantas son utilizados como estimadores de calidad de planta debido a que son fácilmente medibles (Thompson, 1985, citado por Maldonado, 2010). Se define como morfología de planta la manifestación de la respuesta fisiológica bajo condiciones ambientales determinadas y a las prácticas culturales en el vivero (Birchler, Rose, Royo & Pardos, 1998). Tanto la calidad morfológica y fisiológica de plántulas dependerá de los antecedentes genéticos y origen de las semillas, las condiciones ambientales, los métodos y técnicas de producción, (Parviainen, 1981, citado por Gomes, Couto, Leite & Xavier, 2002). Por lo que conociendo cada una de sus fases de desarrollo permitirá tener conocimiento sobre las necesidades culturales que la planta necesita en el vivero.

Por ello también es importante realizar una correcta selección fenotípica de los árboles que se utilizaran en la producción de planta sobre todo si estos son utilizados para establecimiento de PFC, conociendo la variación en el crecimiento de la progenie de dichos individuos seleccionados, así, conociendo el comportamiento de las plantas permitirá caracterizarlas, seleccionarlas y manejarlas de forma oportuna.

Ante esto, el objetivo de este capítulo es analizar la variación, la concentración de azúcares y el crecimiento inicial de la progenie de nueve individuos de *T. rosea*, provenientes de árboles selectos en la Región Soconusco, Chiapas. Se hipotetiza que existe variación en el crecimiento de la progenie de dichos árboles y que las plantas tendrán un crecimiento morfológico y fisiológico sin alteraciones y en consecuencia recomendados como UPGF.

### **3.4. MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del vivero de la Finca "Quien sabe" Municipio de Tapachula, Chiapas, que se encuentra localizada a una altitud de 546 msnm. Se utilizaron semillas de nueve árboles debido a que dos de los evaluados en el primer capítulo no dieron la semilla suficiente para ser evaluados en esta fase. La siembra de las semillas se realizó en junio de 2015, las plantas obtenidas se utilizaron para realizar la caracterización de acuerdo a su crecimiento, culminando la evaluación en septiembre del mismo año. Cada uno de los árboles evaluados estuvo representado en el vivero por una población distribuida en 14 charolas de plástico de 24 cavidades de 150 mL de capacidad utilizando como sustrato una mezcla de cascabillo de café y <sup>®</sup>Peat Moss en una proporción de 40:60, respectivamente. El vivero estuvo protegido con malla sombra de 80 % para regular el paso de la radiación solar.

## **Diseño del experimento**

Se utilizó un diseño completamente al azar, cada grupo de charolas quedó ordenado de forma aleatoria sobre las planta bandas. De las plantas obtenidas se utilizaron 225, es decir 25 por árbol evaluado, eligiendo las mejores plántulas, sin incluir las de la orilla para evitar el efecto de borde, estas sirvieron para realizar el análisis de crecimiento en diámetro, altura y presencia de los pares de hojas tomándose datos a cada cinco días.

## **Labores culturales**

Como parte del mantenimiento de las plantas se aplicó un riego por la mañana todos los días, excepto cuando se presentaba precipitación. Durante el experimento se realizaron dos aplicaciones de Paration al 2 % debido a la presencia de hormigas sobre las charolas, estas se efectuaron a los cinco y 37 días después de la siembra (dds). Como prevención y debido a la precipitación constante presentada se aplicó una dosis de Oxicloruro de cobre disolviendo 105 g en 20 L de agua, esto se realizó a los 10 días dds. Como fertilizante se aplicó una solución foliar de Bayfolan<sup>®</sup> a cada 10 días disolviendo 50 g en 10 L de agua y una aplicación de Nitrofoska azul<sup>®</sup> a los 51 dds. Debido a la presencia de gusanos defoliadores se aplicó una dosis de Cipermetrina aplicando 3 mL en 10 L de agua esto se realizó a los 89, 95 y 101 dds (días después de la siembra) y debido a la presencia de hongo en las plantas se aplicó el fungicida CONTROLLER F- 500<sup>®</sup> diluyendo 5 mL en 20 L de agua esto se aplicó a los 55, 65, 75 y 85 dds.

## **Variables de estudio**

- **Incremento en altura.** Una vez que las plantas desarrollaron su primer par de hojas se inició la toma de datos en crecimiento, es decir a los 24 días después de la siembra (dds). La altura se midió desde el cuello del tallo hasta la yema apical, empleando una regla graduada con aproximación al milímetro.

- **Incremento en diámetro.** Se tomó a la base del tallo con la ayuda de un vernier digital (@Titán).
- **Tasa de crecimiento relativa (TCR).** Con los datos obtenidos de la altura y diámetro inicial y final se calculó la tasa de crecimiento relativa de ambos de acuerdo la formula citada por Hunt (1982).

$$TCR = (\ln A_2 - \ln A_1) / (T_2 - T_1)$$

**Dónde:**

**TCR=** Tasa de crecimiento relativa (cm cm<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup>)

**Ln=** Logaritmo natural

**A<sub>1</sub>=** Altura inicial de la planta en cm

**A<sub>2</sub>=** Altura final de la planta en cm

**T<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>=** Diferencia en tiempos (meses) entre las dos mediciones

Se utilizó el mismo procedimiento para calcular la tasa de crecimiento relativa del diámetro (TCR<sub>d</sub>) y la tasa de crecimiento relativa del área Foliar (TCR<sub>af</sub>).

- **Desarrollo foliar.** Se registró el momento en el cual aparecieron los pares de hojas simples y compuestas verificando que el 50 % más una planta estuvieran en esa condición.
- **Área foliar.** Se determinó el área foliar (AREAF) de 10 plantas por genotipo a los 40 dds y después cada 20 días, con ayuda de un integrador de área foliar marca Li-cor LI 3100 registrándose en cm<sup>2</sup>. Para la medición se introdujeron las hojas en una cubierta plástica para posteriormente introducirla al integrador de área foliar y tomar los datos correspondientes.
- **Evaluación de biomasa (tallo, hoja y raíz).** Se determinó la biomasa a través de análisis destructivos. Las cuales se iniciaron a los 40 dds y

después se realizaron a cada 20 días, en general se realizaron 4 pruebas durante todo el experimento. El cual consistió en elegir al azar 10 plantas por árbol evaluado, seccionar en tres partes: hoja, tallo y raíz, cada una de las cuales fueron pesadas en su estado fresco con ayuda de una balanza digital (@OAHUS) y midiendo la longitud de cada raíz, enseguida se metieron a bolsas de papel y se colocaron en una estufa de secado (@VWR modelo 1390FM) a una temperatura de 70°C por un periodo de 72 horas a fin de determinar el contenido de humedad en los tejidos (Díaz, Torres, Sánchez & Arévalo, 2013). Según la formula usada por Acevedo (2004):

$$Suc = \left( \frac{\text{Peso del agua (g)}}{\text{Peso fresco (g)}} \right) * 100$$

Con los datos obtenidos del peso seco de la parte aérea y radical se obtuvo la biomasa total (BT) y la relación parte aérea/raíz (R/AR) utilizando la formula citada por Sáenz, Muñoz, Pérez, Rueda & Hernández (2014):

$$R/AR = \frac{\text{Biomasa seca aerea (g)}}{\text{Biomasa seca raiz (g)}}$$

- **Análisis de azúcares prueba de antrona.** Esta prueba se realizó 40 dds, y a partir de ello, cada 20 días para el análisis de esta prueba se tomó 3 g de hoja por árbol evaluado, los cual fue triturada y hervida por cinco minutos en alcohol etílico sin desnaturalizar al 96° GL después se determinaron los azúcares de cada muestra a través del método de antrona (Rodríguez, 1988) utilizando lo siguiente:
  - ✓ Se Tomó 1 mL del concentrado de cada muestra y se vació en un vaso de precipitado por separado.
  - ✓ Se dejó evaporar en baño maría hasta que el vaso quedara seco.
  - ✓ Se agregaron 50 mL de agua destilada por muestra y se agitó.
  - ✓ Se agregó 1 mL de la solución del vaso de precipitado a un tubo de ensaye.
  - ✓ A cada tubo de ensaye se le agregaron 3 mL de agua destilada.

- ✓ A un tubo de ensaye se le agregaron 4 mL de agua destilada es el llamado Blanco que sirvió para calibrar el espectrofotómetro.
- ✓ Se preparó una solución de 0.48 g de antrona en 120 mL de ácido sulfúrico.
- ✓ A cada tubo de ensaye junto con el blanco se le agregó 6 mL del concentrado de antrona y ácido sulfúrico (el vaciado hacia el tubo de ensaye se realizó en un baño de hielo estando ahí por cinco minutos).
- ✓ Se agitaron todos los tubos en un agitador vortex, enseguida se transfirieron a un baño de agua caliente por 3 minutos tapando la boca de los tubos de ensaye para evitar la evaporación.
- ✓ Se sacaron los tubos del baño de agua caliente llevándolos al baño de hielo para que se enfriaran rápidamente.
- ✓ El espectrofotómetro (®Thermo Scientific Modelo 400 1/4) se ajustó a cero de absorbancia empleando el contenido del tubo llamado Blanco.
- ✓ Una vez fríos los tubos se leyó la absorbancia en el espectrofotómetro a 600 nm.
- ✓ Los resultados de la absorbancia se transformaron con la formula siguiente:
  - $X = \frac{Y}{5.5727} X 50$
  - Se sustituye el valor de la absorbancia (nm) en Y, sobre una constante multiplicada por el Factor de dilución (En este caso es 50 porque el contenido se diluyó en 50 mL de agua destilada).

### **Análisis estadístico**

Todas las mediciones fueron sometidas a un análisis estadístico utilizando el paquete SAS 9.0. Se realizaron análisis de varianza, complementados con pruebas de comparación de medias (Tukey  $p < 0.05$ ). Asimismo, se realizaron pruebas de correlación Pearson para determinar relación entre variables.

### 3.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.5.1. Características de crecimiento en altura

La altura inicial (AI), altura final (AF) y la tasa de crecimiento relativa de la altura (TCRa) mostraron diferencias significativas entre árboles ( $p \leq 0.05$ ) (Cuadro 3.1). El mejor comportamiento es obtenido por los individuos de Mz1 (Figura 3.1), quienes a pesar de que no tienen la mayor AI (2.98 cm) obtienen la mayor TCRa ( $0.58 \text{ cm cm}^{-1} \text{ mes}^{-1}$ ) y al término de la evaluación obtiene la AF más alta (17.36 cm) (Figura 3.1). (La separación de las líneas observadas en la gráfica, es debido a la ausencia de toma de datos en dicho momento por falta de acceso al lugar donde se encontraba el vivero pues la presencia de vientos fuertes provocado por la temporada de lluvia incitó la caída de árboles inhabilitando el acceso).

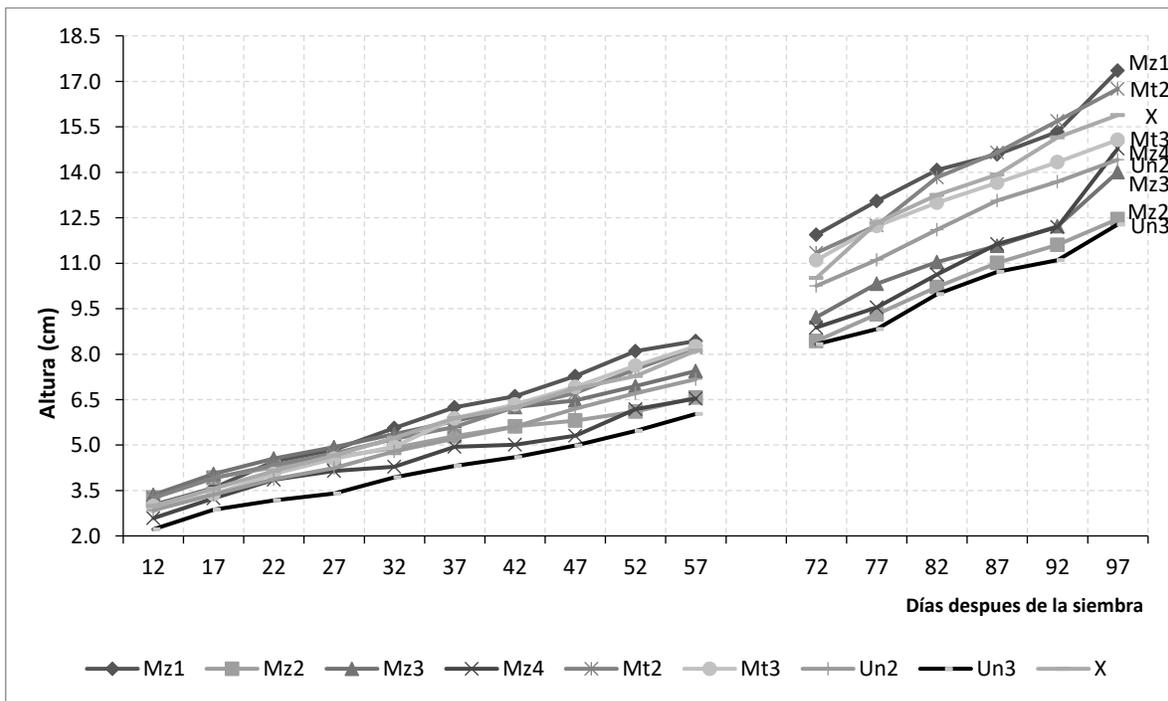


Figura 3.1. Comportamiento en altura de nueve individuos de *Tabebuia rosea* en un periodo de 97 días después de la siembra.

Mt2, Xo y Mt3, obtienen una TCRa de (0.55, 0.56, y 0.54  $\text{cm cm}^{-1}\text{mes}^{-1}$ ) respectivamente obteniendo así las mejores AF después de Mz1 (Anexo 1). Por el contrario, Mz2 y Un3 obtienen las AF menores con una diferencia de 41% y 39% respectivamente en relación a Mz1 que es el más alto, Mz2 con la menor TCRa y Un3 aun cuando su TCRa es mayor obtiene la menor AF. Dado que el manejo de las plantas fue igual para todas las progenies, la variación registrada en los análisis de crecimiento inicial en la altura puede ser derivada de las diferencias genéticas a nivel familia. Contreras y Rentería (2014) en un estudio realizado para *Pinus oaxacana*, también obtienen diferencias con respecto al crecimiento de las plantas atribuyendo este comportamiento a los factores genéticos.

### 3.5.2. Características de crecimiento en Diámetros

El diámetro inicial (DI), diámetro final (DF) y la tasa de crecimiento relativa del diámetro (TCRd) mostraron diferencias significativas entre individuos ( $p \leq 0.05$ ) (Cuadro 3.1). La TCRd muestra un buen comportamiento para los individuos de Mt3 y Mz1 (0.42 y 0.43  $\text{cm cm}^{-1} \text{mes}^{-1}$  respectivamente) pues inician con los diámetros más altos con 1.32 mm y 1.26 mm, finalizando también con los diámetros más altos de 4.8 mm y 4.6 mm (Figura 3.2. La separación de las líneas observadas en la gráfica, es debido a la ausencia de toma de datos en dicho momento debido a la falta de acceso al lugar donde se encontraba el vivero pues la presencia de vientos fuertes provocados por la temporada de lluvia provocó la caída de árboles inhabilitando el acceso). Los individuos de Un2, inician con un diámetro bajo (1.16 mm) pero su TCRd es la más alta (0.46  $\text{cm cm}^{-1}\text{mes}^{-1}$ ) y logra obtener el mismo valor alto en DF que Mt3. Un3 es quien inicia con un diámetro menor tiene una alta TCRd, sin embargo, no logra obtener un buen DF (Anexo 2). Por el contrario, Mz2 y Mz4 inician y finalizan con el menor diámetro siendo en un 60 % y 29 %, respectivamente más bajos que Mt3 y Un2 quienes son los de mayor diámetro, así mismo su TCRd no les es favorable (0.36 y 0.39  $\text{cm}^{-1}\text{mes}^{-1}$ ).

Los individuos con los valores más altos en esta variable son Mt3, Un2 y Mz1. Al igual que las diferencias obtenidas en la variable altura, esta variación puede ser atribuida a caracteres genéticos a nivel familia ya que como se ha mencionado anteriormente el manejo en las plantas fue igual en todas las progenies evaluadas. Mexal (2012) considera que las plantas con un mayor diámetro tienen más posibilidades de sobrevivencia y crecimiento en la plantación, así también menciona que es importante observar que el grosor del diámetro no sea dado bajo una circunstancia inusual en la que las plantas se mantengan por mucho tiempo en el envase generando raíces compactadas y enredadas lo cual si podría reducir la supervivencia y el crecimiento en el campo durante el primer año.

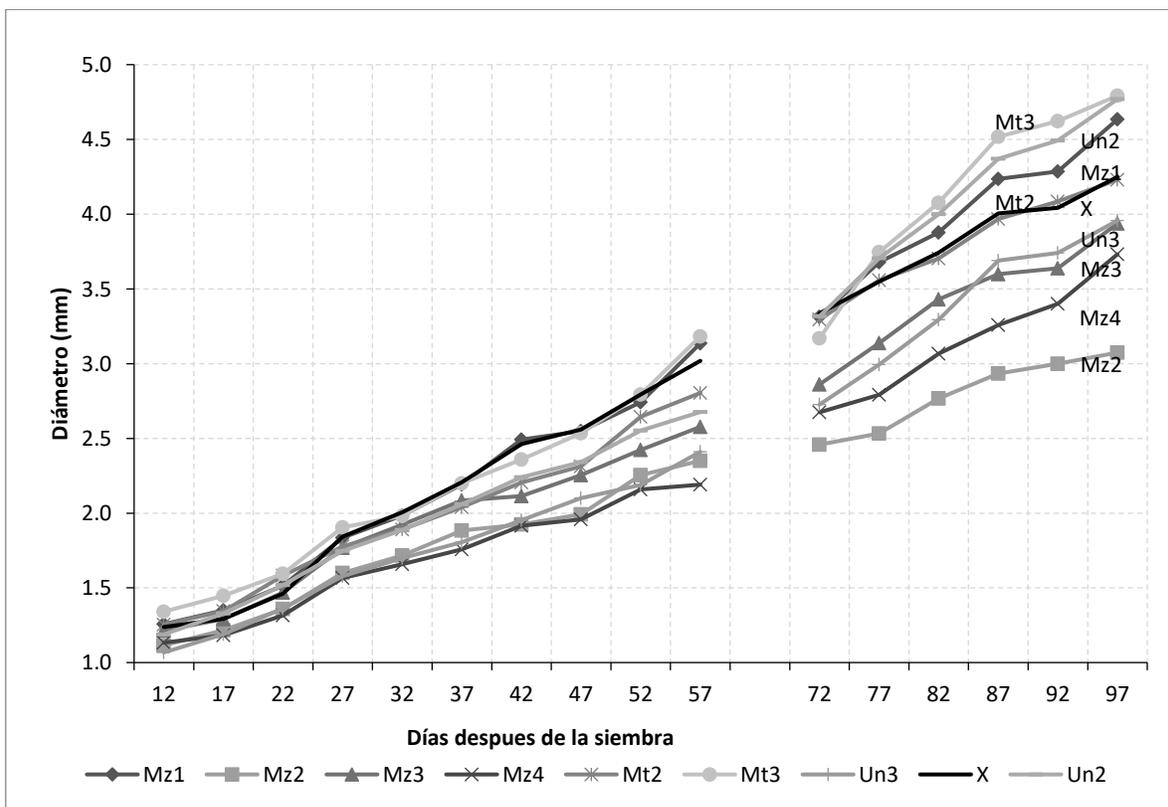


Figura 3.2. Comportamiento en diámetro de nueve individuos de *Tabebuia rosea* en un periodo de 97 días después de la siembra.

Nota: Ver Cuadro 2.1 del Capítulo II. Para ver información de los árboles evaluados.

Cuadro 3.1. Prueba de medias en el comportamiento en altura inicial, diámetro Inicial y su respectiva TCR de 9 individuos de *Tabebuia rosea*.

Individuo	Altura inicial (cm)	TCR <sub>a</sub> (cm• cm <sup>-1</sup> mes <sup>-1</sup> )	Diámetro inicial (mm)	TCR <sub>d</sub> (mm mm <sup>-1</sup> mes <sup>-1</sup> )	Longitud de raíz (cm)
Mt3	2.94 ± 0.09; abc	0.54 ± 0.022; abc	1.32 ± 0.03; a	0.42 ± 0.012; a	9.15 ± 0.19; b
Un2	2.72 ± 0.11; cd	0.54 ± 0.024; abc	1.16 ± 0.03; bcd	0.46 ± 0.018; a	11.65 ± 0.64; a
Mz1	2.98 ± 0.07; abc	0.58 ± 0.016; a	1.26 ± 0.02; ab	0.43 ± 0.019; a	9.32 ± 0.5; b
Xo	2.87 ± 0.07; bcd	0.55 ± 0.024; ab	1.2 ± 0.02; bc	0.4 ± 0.017; ab	9.71 ± 0.51; ab
Mt2	3.23 ± 0.08; ab	0.54 ± 0.016; abc	1.23 ± 0.02; abc	0.4 ± 0.013; ab	9.76 ± 0.44; ab
Un3	2.22 ± 0.06; e	0.56 ± 0.022; ab	1.07 ± 0.02; d	0.43 ± 0.017; a	10.88 ± 0.6; ab
Mz3	3.26 ± 0.09; a	0.47 ± 0.02; bc	1.21 ± 0.01; bc	0.34 ± 0.018; ab	9.49 ± 0.28; b
Mz4	2.49 ± 0.08; de	0.58 ± 0.022; a	1.14 ± 0.02; cd	0.39 ± 0.025; ab	8.92 ± 0.23; b
Mz2	3.32 ± 0.09; a	0.44 ± 0.02; c	1.14 ± 0.02; cd	0.36 ± 0.013; b	9.06 ± 0.64; b
Media	2.89	0.535	1.19	0.409	9.77
DMS†	0.381	0.096	0.103	0.076	2.155

Nota: ± Error estándar. Individuos con letras iguales no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

### 3.5.3. Comportamiento general de la especie en el incremento en diámetro, altura y presencia de foliolos.

La Figura 3.3, como es de esperarse, muestra un comportamiento ascendente. Al iniciar la evaluación del crecimiento de las plantas, el diámetro obtiene un valor promedio de 1.19 mm empezando a crecer de forma más rápida que la altura quien inicia con un valor promedio de 2.89 cm (Cuadro 3.1), pero en el día 87 el diámetro reduce su crecimiento y es superado por la altura, ambos finalizan con un valor promedio de 4.2 mm y 14.8 cm respectivamente (Figura 3.4). Borgues, Costa y Ribas (2014) en esta misma especie y realizando la evaluación 130 días después de la germinación donde realiza dos tratamientos uno en condiciones naturales en claro y en sotobosque y el otro en condiciones controladas a pleno sol y bajo sombra de 70 %, obtiene mayores resultados cuando las plántulas se desarrollan sobre un ambiente controlado y a pleno sol donde obtienen una altura

de 22.32 cm y un diámetro de 5.12 mm, por el contrario en el ambiente no controlado y en el tratamiento de claros obtiene una altura de 17.58 cm y un diámetro de 3.77 mm y en el tratamiento de sotobosque obtiene 8.2 cm de altura y 1.96 mm de diámetro. Es claro observar que la sombra proyectada hacia las plantas afectó su crecimiento pues esta especie se considera heliofita, es decir que requiere de la luz directa para poder desarrollarse. Otro estudio realizado por Rocas, Ramírez y García (2006) en la especie *Swietenia macrophylla*, al evaluar la altura y diámetro de las plantas de 20 familias a los 100 dds obtiene un promedio de 22.8 cm y 5.8 mm respectivamente. Los resultados obtenidos en este experimento pueden considerarse bajos pudiendo ser afectados por las condiciones de ubicación del vivero, los factores climáticos y la presencia de plagas y hongos que se presentaron en las plantas.

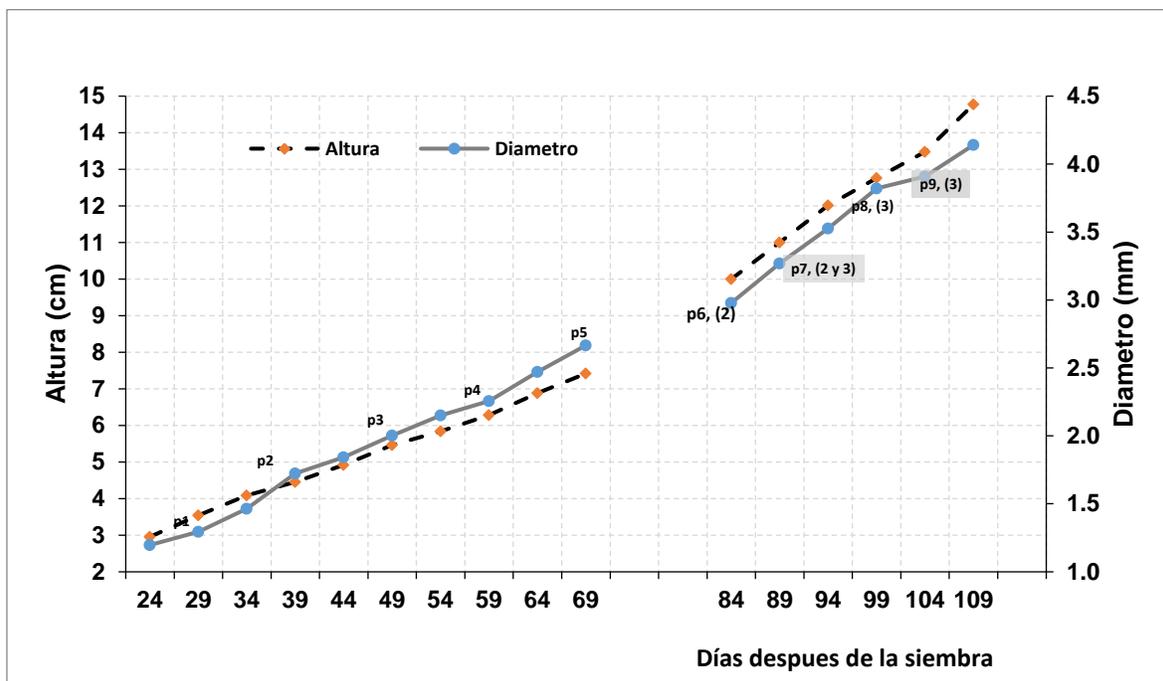


Figura 3.3. Comportamiento general de la especie *T. rosea* en diámetro, altura, y presencia de foliolos, durante un periodo de 109 días después de la siembra. Las letras del p1 hasta p9 señalan los pares de hojas obtenidos durante todo el experimento. Los números 2 y 3 que se encuentran en paréntesis señalan el momento en el cual las hojas se presentan con dos y tres foliolos.

En la Figura 3.3, también se muestra el desarrollo de las hojas durante el periodo de evaluación, el cual se inicia a los 24 dds en el cual se da la presencia del primer par de hojas simples presentes hasta el par cinco, a partir del par seis se da la presencia de hojas compuestas por dos folíolos presente también en el par siete y a partir del par siete se desarrollan las hojas compuestas por tres folíolos que se presentaron hasta al par nueve 109 dds, es decir momento en el cual se concluyó la evaluación. Los resultados se asemejan a lo reportado por Espinoza (2012), quien en esta misma especie reporta la presencia de hojas simples desde el par uno al cinco y la presencia de hojas trifoliadas y tetrafoliadas en el par siete, sin embargo, en el par octavo reporta la presencia de hojas pentafoliadas a los 81 días después de la germinación momento en el cual sugiere que la planta está desarrollada y lista para establecerse en campo obteniendo mayores posibilidades de sobrevivencia. En este estudio no se llegó a la obtención de hojas pentafoliadas, el par octavo y noveno presentes en el día 96 y 105 presentaron hojas trifoliadas. Es posible que las plantas no hayan desarrollado hojas pentafoliadas en dichos pares debido al estrés provocado por la presencia de hongos y plagas que afectaron las hojas, mermando de esta forma su desarrollo.

#### **3.5.4. Área Foliar**

El AREAF incrementa en cada periodo, al inicio de la evaluación (40 dds) hay un promedio de 17.34 cm<sup>2</sup> en donde sobresalen con los valores más altos Mt3, Mz1 y Mz3, en la segunda evaluación (60 dds) se obtiene un promedio de 37.10 cm<sup>2</sup> donde sobresalen Mt3, Mz1 y Mt2, en la tercera evaluación (80 dds) se obtuvo un promedio de 130.51 cm<sup>2</sup> donde sobresalen Xo, Mt3 y Mz1 y finalmente en la cuarta evaluación (90 dds) se obtiene un promedio de 150.53 cm<sup>2</sup> donde sobresalen Mz1, Mt2 y Xo, es de observarse que estos árboles se mantienen dentro de los más altos promedios en cada periodo evaluado. Los valores menores son obtenidos por Mz3, Mz2 y Un3 (Figura 3.4). Borges *et al.* (2014), encuentra un valor de 650.5 cm<sup>2</sup> a pleno sol y en condiciones controladas, en condiciones no controladas y

bajo aclareos obtiene 226.67 cm<sup>2</sup> y en el tratamiento de sotobosque obtiene 41.60 cm<sup>2</sup> comprobando la fuerte reducción del crecimiento ante la sombra natural debido a las limitaciones fisiológicas que se producen.

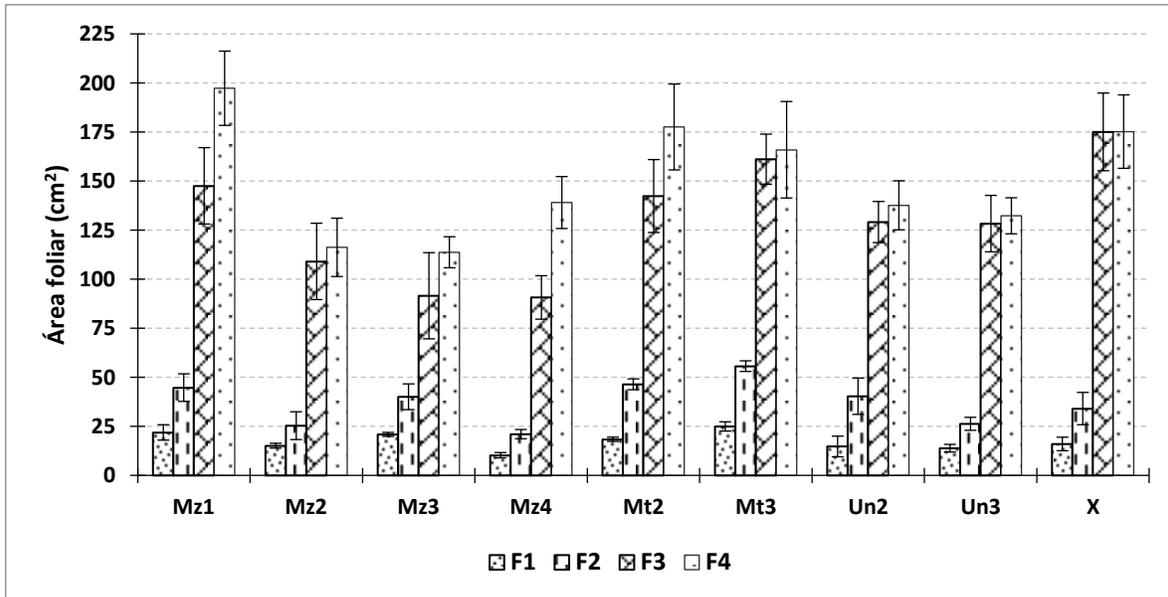


Figura 3.4. Comportamiento del área foliar en los cuatro momentos de evaluación. El tiempo entre mediciones corresponde a los 40-60-80 y 100 días después de la siembra.

### 3.5.5. Comportamiento general de la especie en la Tasa de Crecimiento Relativa en altura, diámetro y área foliar

La TCRa y la TCRaf, muestran un comportamiento ascendente en la primera fecha de evaluación respecto a la segunda en donde se obtiene el mayor valor para la TCRaf con un aumento del 70 % seguido por la TCRa con 43 % y la TCRd el cual disminuye en un 8 %. Para la tercera evaluación la TCRaf disminuye en un 800%, así también para la TCRa y la TCRd en un 164 % y 23 %, respectivamente (Figura 3.5). Este comportamiento es asociado al crecimiento de las planta en su primer etapa tienen un crecimiento rápido que disminuye a medida que pasa el tiempo cuyo comportamiento es similar a los resultados obtenidos por Ordoñez

(2012) en una evaluación realizada para *T. rosea* y *T. chrisantha* en la cual obtienen la menor TCR en el último periodo de evaluación que corresponde a un periodo de 150-180 días después del trasplante.

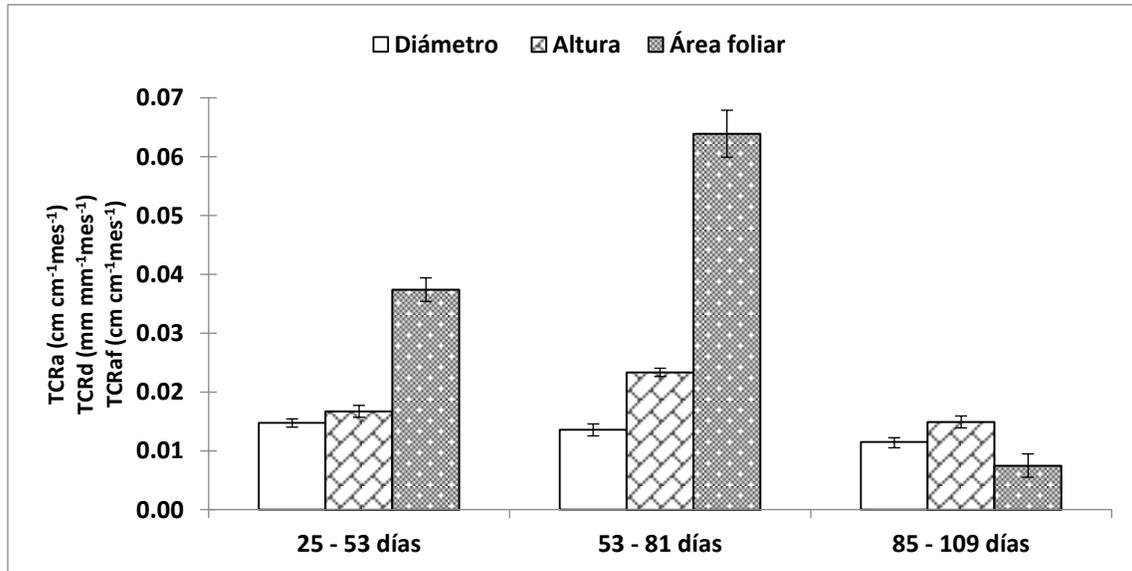


Figura 3.5. Tasa de crecimiento relativa de *Tabebuia rosea* en periodos de 28 días.

El comportamiento de la TCRaf el cual es mayor en los dos primeros periodos de estudio puede asociarse al hecho de que la magnitud del área foliar define la capacidad de la cubierta vegetal para interceptar la radiación fotosintéticamente activa que es la fuente primaria de energía utilizada por las plantas para la fabricación de tejidos y elaboración de fuentes alimenticias (Warnock, Valenzuela, Trujillo, Madriz & Gutiérrez, 2006). Sin embargo, el comportamiento de la última evaluación en la TCRaf pudo haberse reducido debido al ciclo de foliación, es decir, que las hojas más maduras se hayan caído de la planta, además también pudieron ser afectadas por la aparición de hongos y la presencia de una plaga que afectó directamente a las hojas, es posible que este hecho también haya sido un factor por el cual el crecimiento en altura y diámetro hayan tenido un comportamiento bajo comparado con los resultados obtenidos por otros autores ya mencionados.

En general la TCRa obtuvo en promedio  $0.535 \text{ cm cm}^{-1}\text{mes}^{-1}$  y la TCRd obtuvo  $0.409 \text{ mm mm}^{-1} \text{ mes}^{-1}$  (Cuadro 3.1). Montero, Valdez, De los Santos, Cetina, y Sánchez (2011), obtienen en esta misma especie un valor de  $0.073 \text{ cm día}^{-1}$  en la TCRa y en la TCRd obtienen un valor de  $0.046 \text{ mm día}^{-1}$ , los resultados son mayores, pues las plantas evaluadas en dicho experimento tienen una edad superior, la evaluación es realizada después del trasplante a campo donde se encuentran bajo mayor intensidad luminosa, por el contrario nuestro experimento fue realizado en un vivero y es posible que dicha tasa de crecimiento haya sido afectada por los eventos ya mencionados anteriormente.

### **3.5.6. Raíz**

La raíz también obtuvo diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), la longitud de la raíz promedio es de  $9.77 \text{ cm}$ , al final de la fase de estudio, estadísticamente se obtienen dos grupos de individuos logrando sobresalir con una mayor longitud los individuos pertenecientes a: Un2, Un3 y Mt2, las cuales son 19% más grandes respecto a Mz4, Mz2 y Mt3 que son los valores más bajos (Cuadro 3.1). La ventaja de tener mayor sistema radicular radica en que las plantas logran mayor supervivencia cuando se presenta algún grado de sequía, pues poseer un amplio sistema radicular proporciona una superficie mayor para la obtención de agua y nutrientes, así como una mayor profundidad en el suelo (Kennard *et al.*, 2002 citados por Mora, Valdés, Ángeles, Santiago, Musalem & Vaquera, 2006).

### **3.5.7. Distribución de la biomasa**

Durante los cuatro periodos de evaluación el comportamiento de la población evaluada para cada árbol fue el siguiente: En la biomasa aérea (BA), los individuos pertenecientes al árbol Mt3 inician y finalizan con la mayor cantidad de biomasa, Mz1 también mantiene una alta cantidad durante las cuatro evaluaciones mientras que Mz2 a pesar de iniciar con una cantidad alta, en la última evaluación obtiene la menor cantidad. En la Biomasa Radical (BR), Mt3 nuevamente obtiene una cantidad alta al inicio y final de la evaluación, Mz1 sigue manteniendo una alta cantidad como en la BA, mientras que Mt2 inicia con la mayor cantidad pero en la última evaluación se reduce y obtiene la menor cantidad de BR. En la biomasa total (BT) la mayor acumulación de BA y BR provocó que nuevamente Mt3 y Mz1 sobresalieran con la mayor acumulación, Mz2 inicia con un valor medio y finaliza con la menor cantidad, mientras que Mz4 siempre mantuvo una cantidad baja. Es de observarse que los individuos de Mt3 y Mz1 son consistentes al sobresalir con la mayor cantidad de BA, BR y BT, al igual que en las variables de crecimiento diámetro y altura, mientras que Mz2 y Mz4 siempre obtiene bajas cantidades (Cuadro 3.2).

### **3.5.8. Comportamiento general de la especie en la distribución de la biomasa**

Como es de esperarse la producción de biomasa aumenta conforme pasa el tiempo sin embargo, lo hace de forma diferente en cada órgano de la planta. Cada población presenta diferencias genéticas que ocasiona diferentes capacidades funcionales (Villar, 2003). Dichas capacidades también se desarrollan de acuerdo a las condiciones ambientales donde se desarrollan.

En general la biomasa aérea (BA) tuvo un aumento en un 248 % de la primera evaluación a la segunda, que se incrementó en un 604 % de la segunda evaluación a la tercera, sin embargo, en la última fecha el incremento se redujo a un 2% obteniendo un promedio de 6.27 g por cada grupo de planta evaluado (Cuadro 3.2), esta reducción es atribuida a la pérdida de las hojas debido al ciclo

de foliación que en cierto momento tienen que caerse de la planta, además de un ataque de hongos y la presencia de una plaga en la población. Di Stefano y Fournier (1999), en la especie de *Enterolobium cyclocarpum* también encontraron una reducción debido a la época seca que se presentó obteniendo un valor de 4.7 g.

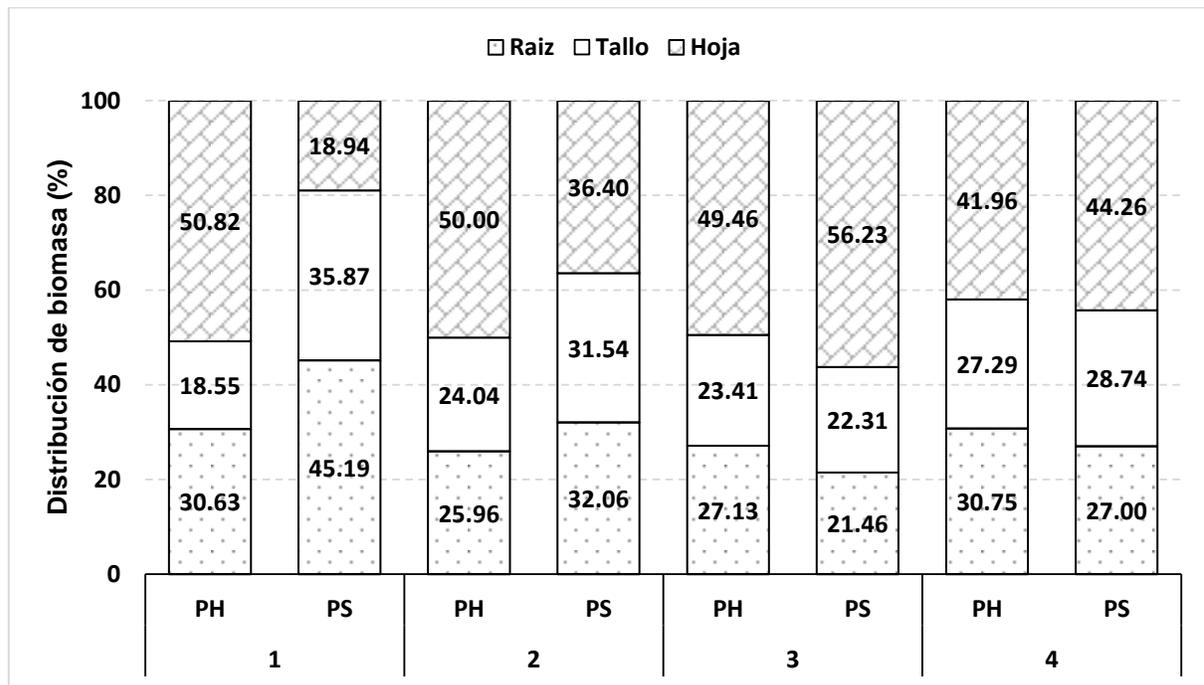


Figura 3.6. Distribución de la materia fresca y materia seca en cuatro periodos de evaluación que corresponde a los 40-60-80-100 dds. PH= Peso de la materia húmeda, PS=Peso de la materia seca.

En la BR el incremento de la primera a la segunda evaluación fue de 95 % que aumentó en un 307 % en la siguiente fecha y en la última también se reduce ahora en un 38 % obteniendo un promedio de 2.32 g. La BT aumentó en un 178 %, aumentando 509 % en la siguiente evaluación y en la última se reduce en un 10 % obteniendo 8.60 g. Es de observarse que la mayor acumulación se da en la BA y que la BR por lo tanto es menor. Tomando en cuenta la Teoría del Equilibrio Funcional propuesta por Brower (1962 a; 1962; 1983 citados por Camargo y Rodríguez, 2006) en la cual sugiere que las plantas cambian su asignación hacia el vástago, si la ganancia de carbono del vástago es perjudicada por un nivel bajo

de recursos sobre el suelo, tal como luz o CO<sub>2</sub>. Similarmente, las plantas cambiarían su asignación hacia la raíz en respuesta a un nivel bajo de los recursos del suelo, tal como nutrientes y agua. Estos cambios en la asignación pueden ser interpretados como adaptativos, siempre que permitan a la planta capturar más de aquel recurso que limita fuertemente su crecimiento. Dicho esto, es posible que la mayor cantidad de BA se haya acumulado debido al estrés provocado por la presencia de hongos y plaga que afectaron a las hojas.

La Figura 3.6, muestra que en la primera fecha de evaluación para peso húmedo (PH) hay una mayor acumulación de biomasa en las hojas seguido por raíz y tallo, sin embargo, en el PS los resultados son contrarios pues obtienen más peso las raíces seguido por el tallo y finalmente las hojas, los resultados pueden asociarse a que en el inicio de su crecimiento las hojas jóvenes acumulan una mayor cantidad de agua en sus tejidos. En general se observa que la mayor acumulación en el transcurso del periodo de evaluación se da en las hojas, seguida de la raíz y el tallo. Espinoza (2012) también encuentra en esta misma especie una acumulación de biomasa mayor en las hojas, seguido por el tallo y la raíz. En la última evaluación el peso fresco y seco tienen mayor similitud pues a medida que la planta va creciendo se vuelve menos suculenta y los tejidos son más firmes.

### **3.5.9. Relación parte aérea/raíz**

Thompson, 1985 citado por Sáenz *et al.* (2014), indica que una buena relación debe fluctuar entre 1.5 y 2.5, pues el cociente de esta relación no debe ser mayor a este último valor, en particular cuando la precipitación es escasa en los sitios de plantación ya que valores mayores indican desproporción y la existencia de un sistema radical insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta. En esta evaluación los individuos que obtiene un valor superior a 2.5 son: Xo, Mt2, Mz2 y Mz3 con 3.50, 3.35, 3.01 y 2.86 respectivamente, Mz4 y Mz1 obtienen un valor ligeramente mayor a este índice y el resto tiene un valor aceptable dentro del índice mencionado (Cuadro 3.2). Es muy probable que el contenedor utilizado fue

muy pequeño para el buen desarrollo de la raíz y por tal motivo se haya presentado dicha desproporción.

Cuadro 3.2. Distribución de la Biomasa durante cuatro periodos de evaluación en nueve individuos de *Tabebuia rosea*.

Individuo	Fecha 1					Fecha 2					Fecha 3					Fecha 4				
	BA (g)	BR (g)	BT (g)	R A/R	Suc (%)	BA (g)	BR (g)	BT (g)	R A/R	Suc (%)	BA (g)	BR (g)	BT (g)	R A/R	Suc (%)	BA (g)	BR (g)	BT (g)	R A/R	Suc (%)
Mz3	0.35	0.21	0.56	1.64	93.64	1.14	0.36	1.50	3.17	88.93	4.98	1.41	6.39	3.53	84.91	4.20	1.47	5.67	2.86	84.99
Mt3	0.49	0.23	0.71	2.15	92.47	0.98	0.54	1.52	1.81	89.57	7.06	1.83	8.89	3.86	83.74	9.12	3.60	12.72	2.53	83.50
Mz2	0.24	0.28	0.52	0.88	94.67	0.59	0.37	0.96	1.59	91.06	4.57	1.28	5.85	3.57	85.00	4.00	1.33	5.33	3.01	85.65
Un3	0.13	0.12	0.25	1.14	96.37	0.43	0.30	0.73	1.43	91.73	7.35	2.24	9.59	3.28	77.87	6.05	2.61	8.66	2.32	88.15
Mz4	0.12	0.11	0.23	1.10	95.93	0.38	0.31	0.69	1.23	92.24	3.46	0.81	4.27	4.27	86.25	5.80	2.22	8.02	2.61	83.26
Mz1	0.37	0.27	0.64	1.37	93.43	1.22	0.47	1.69	2.60	86.88	8.51	2.24	10.75	3.80	83.35	7.63	2.89	10.52	2.64	83.55
Xo	0.22	0.28	0.49	0.79	95.40	0.79	0.44	1.23	1.80	89.61	6.52	1.83	8.35	3.56	85.34	7.27	2.08	9.35	3.50	85.54
Mt2	0.19	0.22	0.41	0.89	96.05	1.27	0.41	1.68	3.10	87.90	7.02	1.54	8.56	4.56	84.69	6.37	1.90	8.27	3.35	84.97
Un2	0.15	0.17	0.32	0.93	96.26	1.02	0.49	1.51	2.08	88.91	5.69	1.89	7.58	3.01	82.89	6.03	2.79	8.82	2.16	84.84
Media	0.25	0.21	0.46	1.21	94.91	0.87	0.41	1.28	2.09	89.65	6.13	1.67	7.80	3.72	83.78	6.27	2.32	8.60	2.78	84.94

**Nota:** BA=Biomasa aérea, BR=Biomasa radical, BT=Biomasa total, A/R= Relación parte aérea/raíz, Suc=Suculencia.

Durante las fechas evaluadas la R/AR aumentó en un 72 % de la primera a la segunda fecha, de la segunda a la tercera fue un aumento de 77 % y en la última fue una reducción de 33 % quedando con un promedio de 2.78, este comportamiento de reducción se presentó en plantas de *Enterolobium cyclocarpum*, establecidas en bolsas donde las plantas perdieron las hojas y la parte apical del tallo debido a la época de seca que se presentó obteniendo el mismo valor de 2.7 (Di Stefano y Fournier, 1999), estos mismos autores señalan que esta tendencia ha sido encontrada en la especie *Swietenia macrophylla*, donde señalan la importancia de este índice para determinar la capacidad de la especie para resistir a condiciones de estrés hídrico.

Existe evidencia de que las plantas con una menor R/AR pueden mantener un mejor estado hídrico con un consumo más moderado de agua en situaciones de déficit hídrico (Stewart y Bernier, 1995; Leiva y Fernández-Alés, citado por Villar, 2003), sin embargo, un desequilibrio fuerte puede asociarse con un menor crecimiento y una mayor mortandad como se ha visto en *Quercus ilex*. A nivel intraespecífica, esta relación no es tan clara pues dependiendo de la especie, existen diferencias en este índice, dependiendo de donde sea la producción de las plantas ya sea a raíz desnuda o en contenedor en el cual se sugiere que no existe una relación universal asociada con un óptimo desarrollo (Romero *et al.*, 1986, citados por Villar, 2003).

El porcentaje de succulencia (Suc) para la última evaluación osciló de un 86.88% a un 92.24 %. Entre los periodos evaluados el porcentaje fue disminuyendo, de la primera a la segunda, disminuyó en un 5% y de la segunda a la tercera fue de 7 %, en la última evaluación solo se encontró un cambio del 1%, es decir que a esa edad ya no hubo un cambio importante y que la plantas tenían sus tejidos lignificados (Cuadro 3.2).

### 3.5.10. Determinación de azúcares totales por el Método de Antrona

Las plantas emplean los azúcares para su mantenimiento y crecimiento. Las especies caducifolias dependen estrictamente de los azúcares almacenados para su crecimiento y mantenimiento inicial (Villar, 2003). El comportamiento en la acumulación de azúcares totales es ascendente en cada periodo de evaluación, aumentando 153 % respecto de la primera evaluación a la segunda, de la segunda a la tercera hay un aumento del 70 % y de la tercera a la cuarta hay una reducción de 180 % esta reducción puede asociarse a que en el último periodo de evaluación las plantas se estresaron por la presencia de hongos lo que provocó estrés, mermando la fotosíntesis y recurriendo a los azúcares almacenados lo que también pudo haber provocado el bajo desarrollo de las plantas (Villar, 2003). Además, Si la capacidad fotosintética de la planta es elevada también lo será la disponibilidad de azúcares para el crecimiento radical y aéreo.

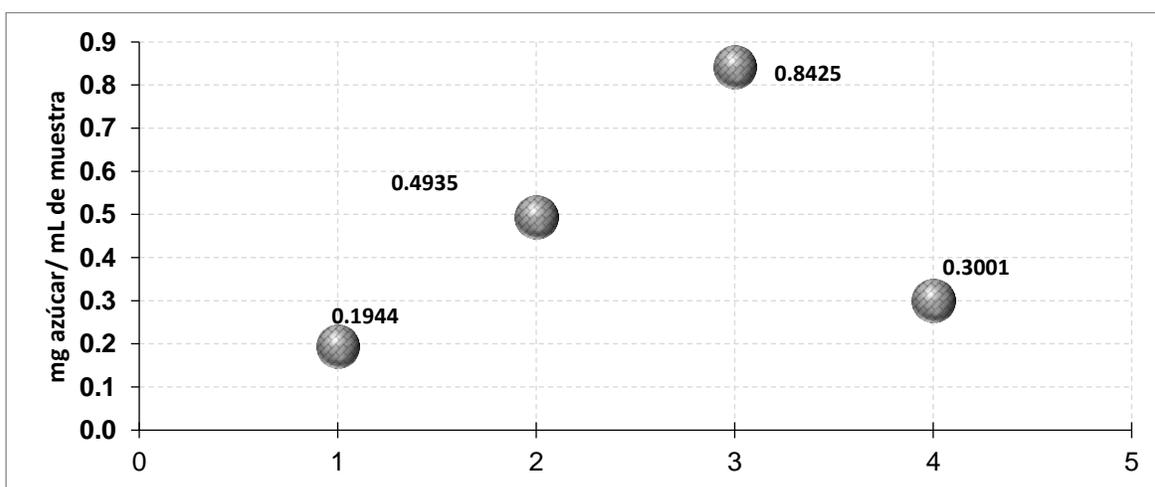


Figura 3.7. Prueba de azúcares totales por el Método de Antrona que corresponde a los 40-60-80 y 100 dds.

### 3.5.11. Correlaciones funcionales entre variables

Es importante señalar que aunque la correlación no fue positiva los resultados obtenidos en el área foliar están relacionados con la altura final de las plantas pues los individuos con los valores más altos para área foliar también obtienen la mejor altura final en concordancia con los individuos que tienen la menor área foliar obtienen la menor altura final.

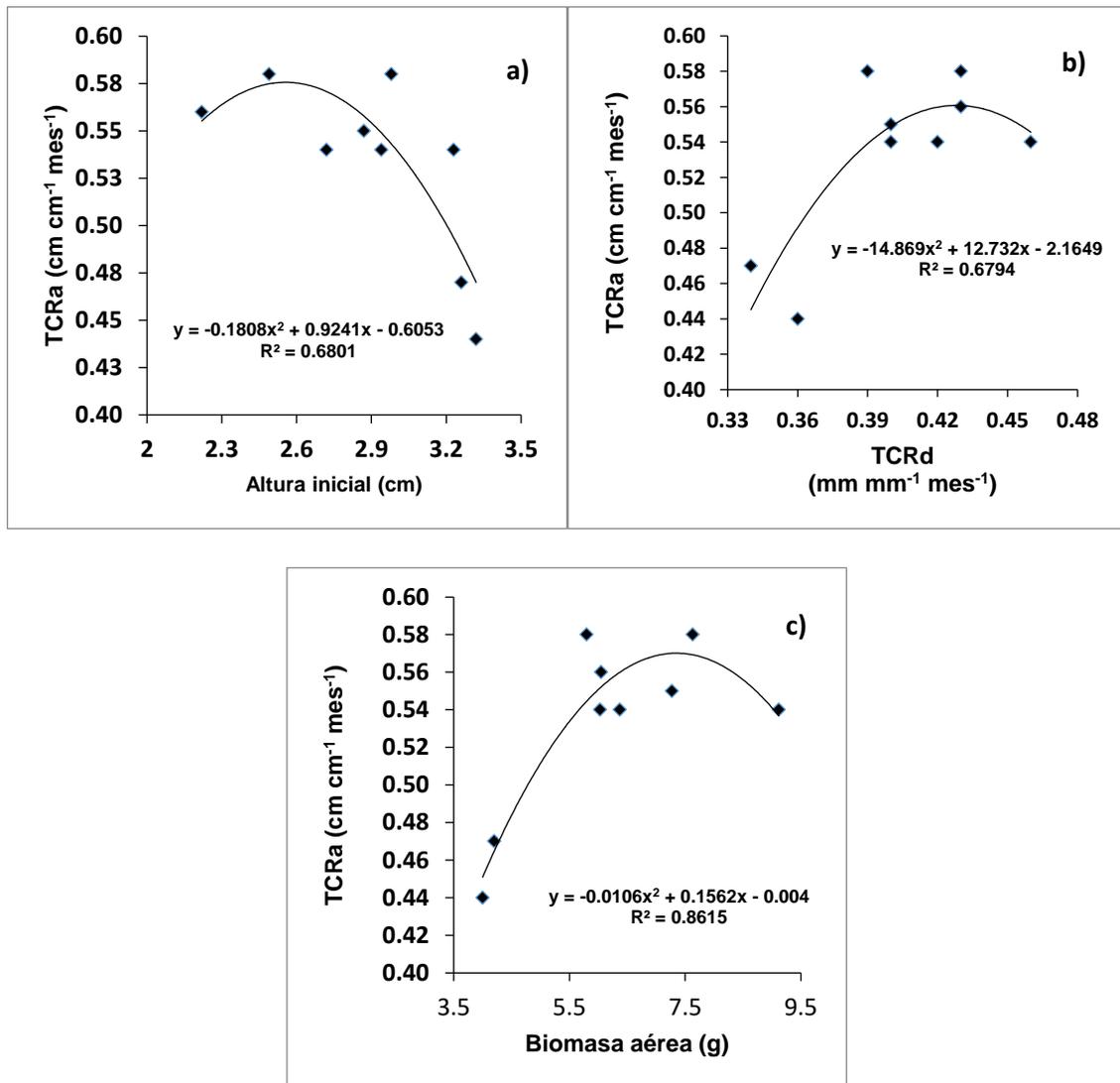


Figura 3.8. Correlación entre la TCRa con la altura inicial, TCRd y la BA.

Se encontró una correlación negativa de  $-0.67$  ( $p=0.0465$ ) entre la altura inicial y la TCRa (Figura 3.8a), lo cual demuestra que si las plantas obtienen una mayor altura inicial su TCRa será más lenta. Asimismo se encontró una correlación de  $0.693$  con ( $p=0.0386$ ) entre la TCRa y la TCRd (Figura 3.8b) y con la BA una correlación de  $0.673$  ( $p=0.0471$ ) (Figura 3.8c). Los cuales demuestran que a medida que la planta crece en altura también lo hace para el diámetro, generando mayor BA.

También se encontró correlación de  $0.697$  entre el DI y la AF ( $p=0.0368$ ) (Figura 3.9a), asimismo con la succulencia se obtuvo una correlación negativa de  $-0.68$  ( $p=0.0422$ ) (Figura 3.9b), el cual indica que a mayor diámetro inicial la altura final es mayor y la acumulación de agua en los tejidos es menor.

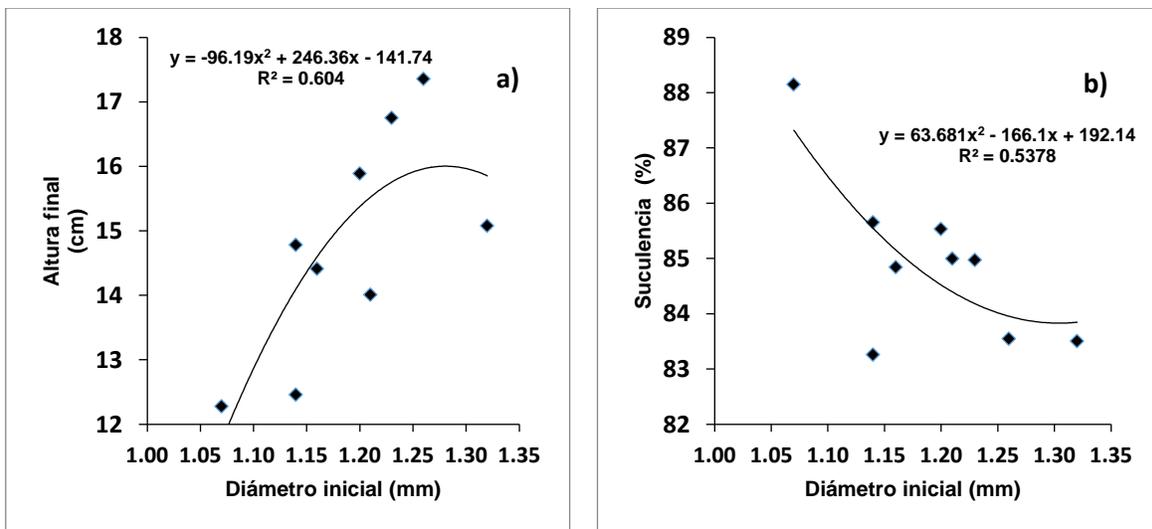


Figura 3.9. Correlación entre el DI con la altura inicial y la succulencia.

Se encontró correlación de  $0.795$  ( $p=0.0105$ ) entre la TCRd y la BR (Figura 3.10), indicando que cuando la TCRd aumenta también lo hace el sistema radicular. El DF obtuvo correlación de  $0.809$  con la BT, ( $p=0.0083$ ) (Figura 3.11) lo cual demuestra que los individuos con mayor biomasa total obtienen también un diámetro final mayor.

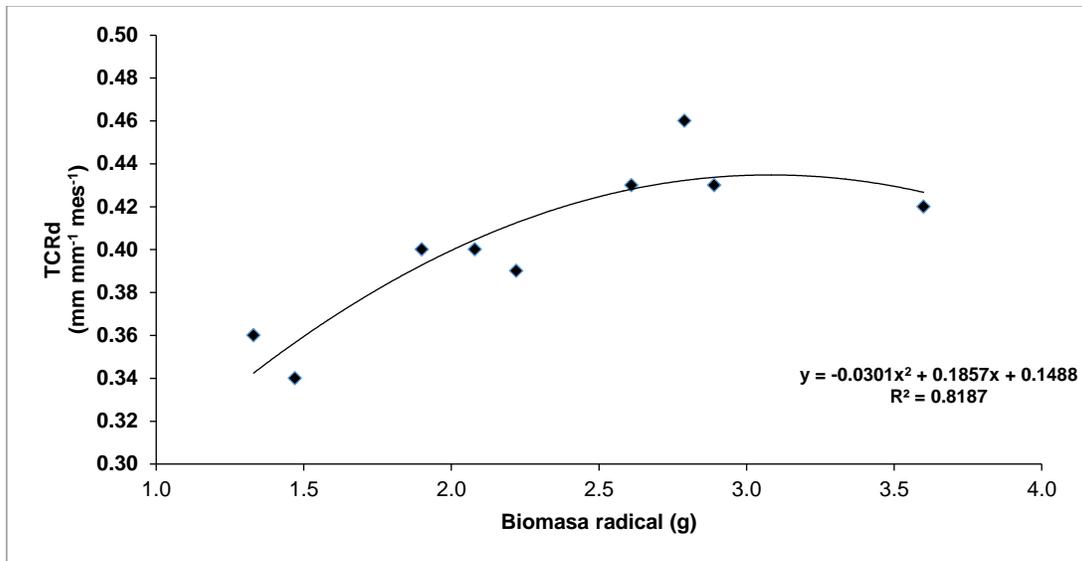


Figura 3.10. Correlación entre la TCRd y la Biomasa radical.

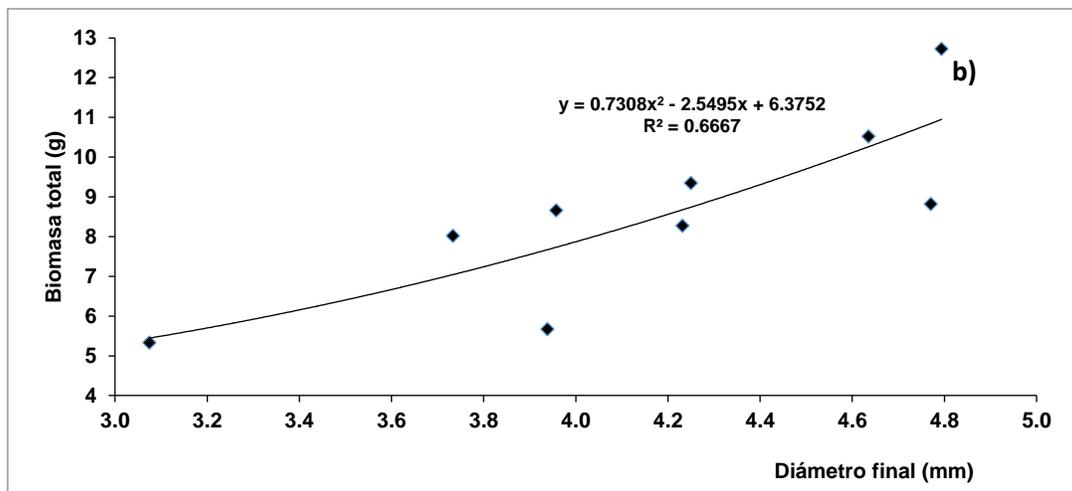


Figura 3.11. Correlación entre la biomasa total y el diámetro final.

La BA se correlacionó con la BR con un valor de 0.85 ( $p = 0.0031$ ) (Figura 3.12) que demuestra que a medida que crece la BA también lo hace la BR. La AF obtuvo una correlación de 0.8894 con el AREAF ( $p = 0.0013$ ) (Figura 3.13), que demuestra que a medida que el área foliar se desarrolla, la planta obtiene mayor altura. Estas correlaciones podrían presentarse como una alternativa de relaciones

empíricas entre variables relacionadas que permitan estimarse utilizando una ecuación de regresión simple (Warnok *et al.*, 2006).

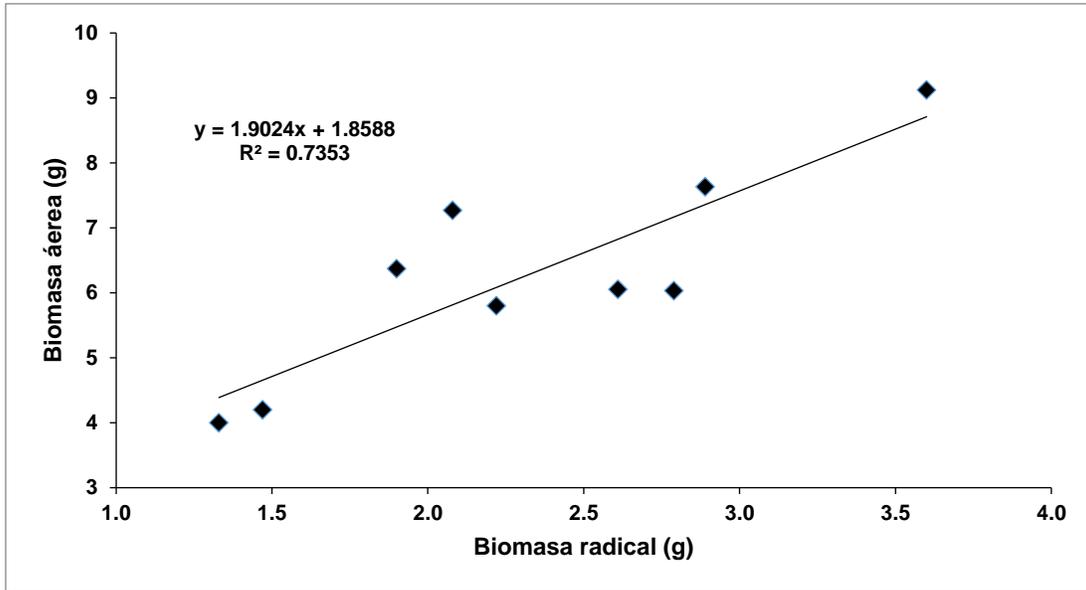


Figura 3.12. Correlación entre la biomasa radical y la biomasa aérea.

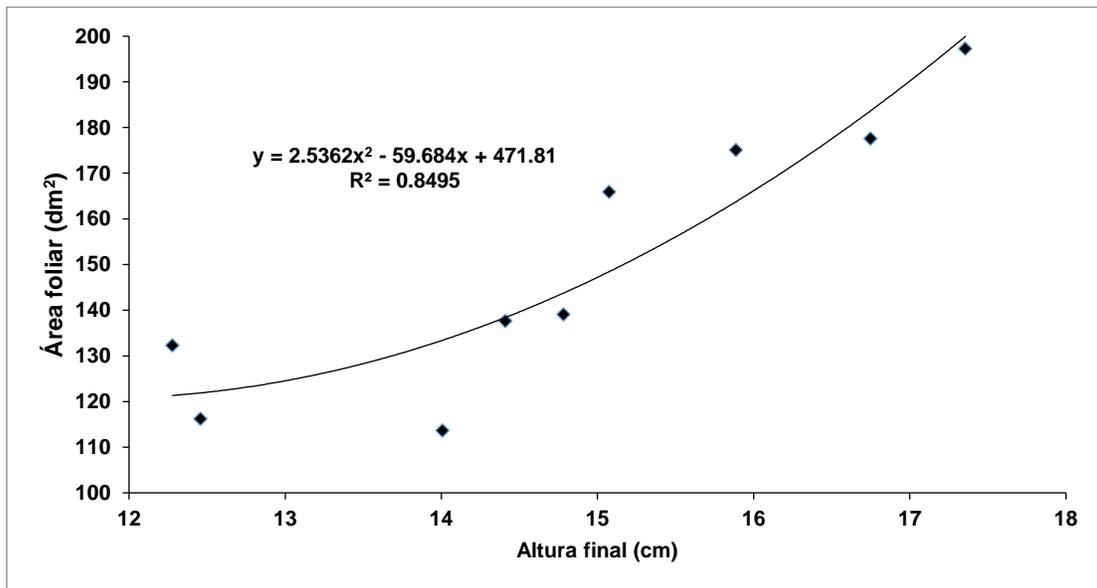


Figura 3.13. Correlación del AREAF y la altura final.

### **3.6. CONCLUSIONES**

De acuerdo a los atributos encontrados, la producción de planta en esta investigación puede clasificarse como buena.

Se encontró variación en el crecimiento de la progenie generándose plantas de diferentes tallas y TCR según el árbol evaluado.

Se encontró mayor variación entre la altura y más homogeneidad en el diámetro.

No se encontró ninguna correlación entre los atributos de crecimiento con la cantidad de azúcares en las plantas.

La progenie de los individuos más sobresalientes con respecto al mejor crecimiento son Mz1, Mt2, Xo y Mt3. Por el contrario, la progenie con un crecimiento más deficiente fueron: Mz2, Un3, y Mz3.

### 3.7. REFERENCIAS

- Acevedo, R. (2004). Variación geográfica y efecto de la fertilización en la fenología vegetativa y crecimiento de plántulas de *Pseudotsuga* sp. (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, estado de México.
- Borges, V. P., Costa, M. A. P., y Ribas, R. F. (2014). Emergência e crescimento inicial de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo em ambientes contrastantes de luz. *Revista Árvore*, 38(3), 523-531. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000300015>.
- Birchler, T., Rose, R. W., Royo, A., & M, Pardos, M. (1998). La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales*, 7(1), 109-122. Obtenido de: <http://www.inia.es/IASPF/1998/vol7/11.T.BIRCHLER.pdf>
- Camargo, I. D., y Rodríguez-López, N. (2006). Nuevas perspectivas para el estudio de la asignación de biomasa y su relación con el funcionamiento de plantas en ecosistemas neotropicales. *Acta Biológica Colombiana*, 11, 75-87. <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v11s1/v11s1a06.pdf>
- Cobas-López, M., Sotolongo-Sospedra, R., García-Corona, I., Estévez-Valdés, I., & González-Izquierdo, E. (2003). Comportamiento del crecimiento en altura de *Hibiscus elatus* Sw cultivada en contenedores. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9 (2), 131-135. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/629/62913142004.pdf>
- Contreras, F. H. Z., & Rentería, A. A. (2004). Variación de altura y diámetro de plántulas de *Pinus oaxacana* Mirov de tres poblaciones de México. *Foresta Veracruzana*, 6 (1), 21-66

- Di Stéfano, J. F., y Fournier, L. A. (1999). Crecimiento de la parte aérea y radicular de plántulas de *Enterolobium cyclocarpum* (guanacaste), Ciudad Colon, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 23(1), 77-87. Obtenido de [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v23n01\\_077.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v23n01_077.pdf)
- Díaz, P., Torres, D., Sánchez, Z. y Arévalo, L. (2013). Comportamiento morfológico de cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en respuesta al tipo de sustrato en vivero. *Folia Amazónica*, 22(1-2), 25-34. Obtenido de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1362.pdf>.
- Espinoza, A. (2012). Analisis de desarrollo en plántulas de primavera (*Roseodendron donnell-smithii* Rose), Roble (*Tabebuia rosea* Bertol) y tamehue (*Tabebuia crysantha* Jacq.). (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas.
- García, Y., Ramos, J. M., & Becerra, J. (2011). Semillas forestales nativas para la restauración ecológica. *Biodiversitas*, (94), 12-15. Obtenido de <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv94art3.pdf>
- Gomes, J. M., Couto, L., Leite, H. G., Xavier, A., & Garcia, S. L. R. (2002). Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, 26(6), 655-664.obtenido de: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v26n6/a02v26n6.pdf>
- Hunt, R. (1982). *Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis*. Edward Arnold Ltd..

- Maldonado B, R.K. (2010). Sustratos alternativos para la producción de *Pinus greguui* Engelm. en vivero. (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México
- Mexal, J. G. (2012). Calidad de plantines: Atributos morfológicos. En L. T. Contardi, H. E. Gonda, G. Tolone, y J. Salimbeni. (Ed.). *Producción de plantas en viveros forestales* (pp. 41-52). Buenos Aires, Argentina: Consejo Federal de Inversiones-Centro de Investigaciones y Extensión Forestal Andino Patagónico-Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Obtenido de [http://ciefap.org.ar/documentos/pub/Produc\\_plantas\\_viv.pdf](http://ciefap.org.ar/documentos/pub/Produc_plantas_viv.pdf)
- Montero, F. M., Valdez, J. I., De Los Santos, H. M., Cetina, V. M., y Sánchez, L. R. (2011). Crecimiento inicial de especies arbóreas multipropósito en un terreno ganadero del norte de Veracruz. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 2(3), 53-68. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v2n3/v2n3a5.pdf>
- Mora, A., Valdez, J. I., Ángeles, G., Santiago, M., Musálem, M. A., & Vaquera, H. (2006). Establecimiento y desarrollo de plántulas de *Tabebuia rosea* (Bignoniaceae) en una selva subcaducifolia manejada de la costa Pacífica de México. *Revista de biología tropical*, 54(4), 1215-1225. Obtenido de <https://goo.gl/U4kpch>
- Rocas, A. N., Ramírez, J. M., & García, E. O. R. (2006). Emergencia y crecimiento inicial de plántulas de 20 familias de caoba [*Swietenia macrophylla* King-Meliaceae] procedentes de una plantación en el Estado de Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 8(2), 33-39. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/497/49780206.pdf>
- Rodríguez A, J. A. (1988). *Manual de prácticas de bioquímica*. (4<sup>ta</sup> ed). Monterrey Nuevo Leon. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de

Nuevo Leon. Obtenido de:  
<http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020111502/1020111502.PDF>

Ordoñez, M. A. (2012). Crecimiento y variación fenotípica en plantas jóvenes de *Tabebuia chrysantha* y *T. rosea* (Bignoniaceae) en respuesta a la disponibilidad de luz. (Tesis de licenciatura). Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Bucaramanga, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/102/2/144414.pdf>

Sáenz, J. T., Muñoz, H. J., Pérez, C. M. A., Rueda, A., y Hernández, J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5(26), 98-111. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322014000600008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322014000600008&script=sci_arttext)

Villar, P. (2003). Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. En J. M. Rey-Benayas., T. Espigares., y J. M. Nicolau. (Ed.). *Restauración de ecosistemas mediterráneos* (pp. 65-86). Universidad de Alcalá. Obtenido de <http://www3.uah.es/pedrovillar/PDF/Texto%20publicado.pdf>

Warnock, R., Valenzuela, J., Trujillo, A., Madriz, P., y Gutiérrez, M. (2006). Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota. *Agronomía Tropical*, 56(1), 21-42. Obtenido de <https://goo.gl/1hI0J7>

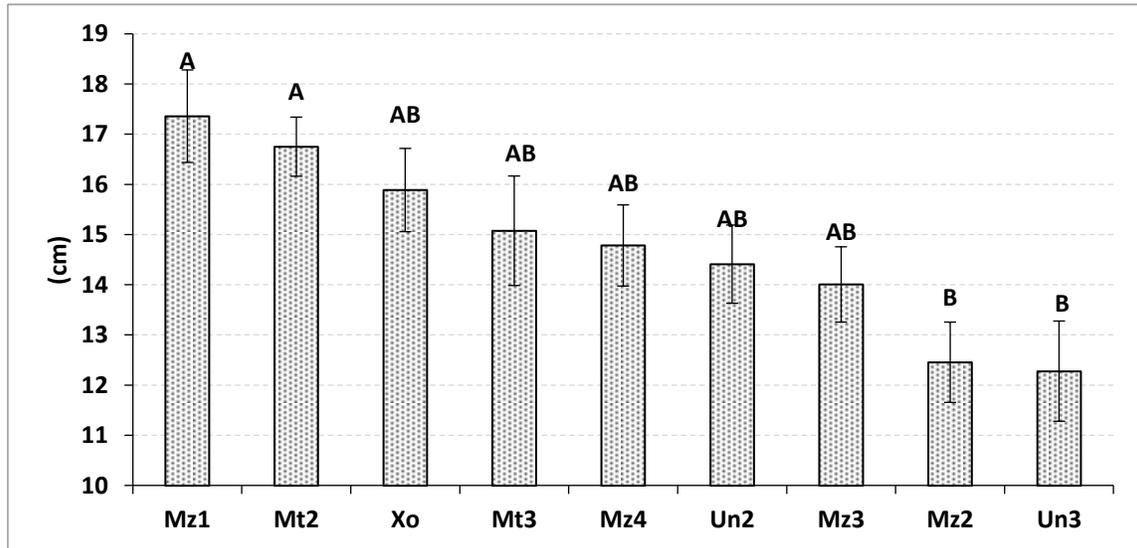
## CONCLUSIONES GENERALES

Se encontró variación morfológica entre los frutos, calidad de semilla y planta de los individuos seleccionados no encontrándose relación en el comportamiento entre variables.

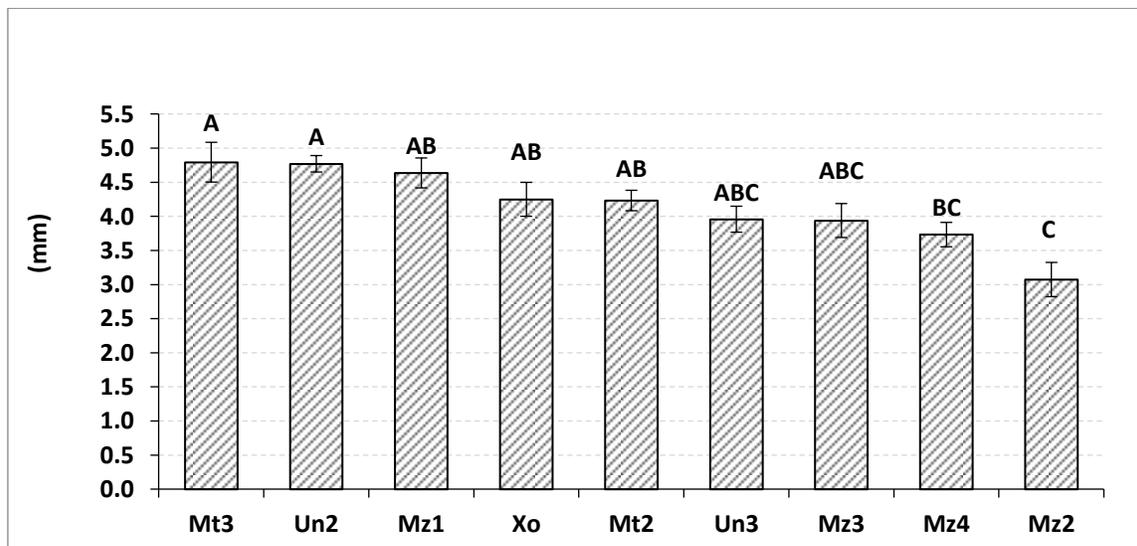
Los individuos sobresalientes con la mejor calidad de semilla son: Mz1, Mz4, Xo, Mz2, Mt2 y Mt3. Los individuos sobresalientes en el crecimiento y desarrollo de las plantas son: Mz1, Mt2, Xo y Mt3 excepto para el árbol de Mz4 en el cual a pesar de tener buena calidad en semilla no logra desarrollar plantas con buenas características morfológicas.

Por lo tanto estos individuos pueden ser seleccionados para generar material de mejor calidad tanto en semillas como en el crecimiento y desarrollo de plantas, tomándose como Unidades Productoras de Germoplasma Forestal, sin embargo, este trabajo solo abarca una porción pequeña en la investigación de dichos árboles plus, por ello es necesario seguir realizando estudios complementarios y con mayor cantidad de árboles que permitan tener resultados más precisos y con ello seguir realizando trabajos de investigación que permitan tener un concepto más claro de la calidad del materia genético y en un futuro poder establecer huertos semilleros para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales con dicha especie.

## ANEXOS



**Anexo 1.** Comparación de medias en el crecimiento en altura final de nueve individuos de *T. rosea*.



**Anexo 2.** Comparación de medias en el crecimiento en diámetro final de nueve individuos de *T. rosea*.

## ANEXO FOTOGRÁFICO



Árboles plus de *Tabebuia rosea* donadores de germoplasma



Dehiscencia del fruto y semillas de *Tabebuia rosea*



Plantula y planta de *Tabebuia rosea* provenientes de árboles plus



Desarrollo foliar de plantas de *Tabebuia rosea*