



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO EN CIENCIAS FORESTALES

**CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE ÁRBOLES
SELECCIONADOS DE *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC”
EN UNA UNIDAD PRODUCTORA DE
GERMOPLASMA FORESTAL**

JOSÉ LUIS VELIZ RODRÍGUEZ

TESINA
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRIA TECNOLÓGICA EN
MANEJO SUSTENTABLE DE BOSQUES**

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO.

2021

La presente tesina titulada: **CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE ÁRBOLES SELECCIONADOS DE *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC** EN UNA UNIDAD PRODUCTORA DE GERMOPLASMA FORESTAL, realizada por el alumno: **JOSÉ LUIS VELIZ RODRÍGUEZ**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRÍA TECNOLÓGICA EN
MANEJO SUSTENTABLE DE BOSQUES

CONSEJO PARTICULAR



CONSEJERO

Dr. Carlos Ramírez Herrera



ASESOR

Dr. Valentín José Reyes Hernández



ASESOR

Dr. Alejandro Velázquez Martínez

Montecillo, Texcoco, Estado de México, enero de 2021

CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE ÁRBOLES SELECCIONADOS DE *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC” EN UNA UNIDAD PRODUCTORA DE GERMOPLASMA FORESTAL.

José Luis Veliz Rodríguez, MT.
Colegio de Postgraduados, 2021

RESUMEN

Las Unidades Productoras de Germoplasma Forestal (UPGF) es un rodal para producir semillas de especies forestales y producir plantas de calidad para el establecimiento de plantaciones. En el presente estudio el objetivo fue evaluar la diversidad del ecosistema y caracterizar el tipo de semillas de árboles *Tabebuia rosea* en una UPGF. Esta se estableció en un rodal en el ejido Vado del Cora, en Nayarit, México. Se registró la distancia, nombre científico o nombre común de los cinco árboles cercanos a cada uno de los 20 árboles seleccionados de *Tabebuia rosea* en la UPG incluidos en el presente estudio. En cada árbol se recolectaron 10 frutos maduros. En cada fruto se midió la longitud y diámetro. También, se contó el total de semillas, semillas grandes, semillas chicas y semillas plagadas. Veintinueve especies se encontraron en el rodal. El Índice de Shannon-Wiener fue 2.63. El análisis de varianza mostró diferencia ($p < 0.01$) entre clases de árboles para diámetro del fruto y número de semillas chicas. Sin embargo, hubo diferencias significativas entre árboles para todas las variables. La longitud promedio del fruto fue 27 cm. El diámetro promedio fue 1.06 cm. El número total promedio de semillas fue 121, mientras el número promedio de semillas grandes fue 110 por fruto. El número promedio de semillas chicas fue 7.6, mientras que número promedio de semillas dañadas por insectos fue 3. Una diversidad alta se encontró en el rodal y proporción de semillas grandes fue la de mayor frecuencia.

Palabras claves: UPGF, rodal semillero, diversidad, *Tabebuia rosea*, Vado del Cora.

SEED QUALITY OF SELECTED TREE OF *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC" OF A FOREST IN A GERMPLASM PRODUCTION STAND

José Luis Veliz Rodríguez, MT.
Colegio de Postgraduados, 2020

ABSTRACT

A Forest Germoplasm Production Unit (FGPU) is a stand to produce seeds of forest species to supply the nurseries that produce seedlings to establish plantations. In the present study, the objective was: to evaluate the ecosystem diversity and characterize the type of seeds of *Tabebuia rosea* in a FGPU. It was established in a stand in the ejido Vado del Cora, in Nayarit, México. We recorded the distance, Latin name or common name of each of the five closed trees to each of the 20 *Tabebuia rosea* trees included in the present study. In each tree, ten fruits were collected in each tree. The length, diameter of each fruit were measured. Also, the total seeds, big seeds, small seeds and damaged seeds were counted. Twenty nine tree species were found in the stand. The Shannon-Wiener was 2.63. The variance analysis showed differences ($p < 0.01$) among tree types for fruit diameter and small seeds. However, there were differences among trees for all traits. The mean length of the fruit was 27 cm. The mean diameter of the fruit was 1.06 cm. The mean total seed number was 121, while, the mean big seeds number was 110 for fruit. The mean small seed number was 7.6, whereas, the mean damaged seeds was 3 for fruit. High diversity was found in the stand, and the big seeds were the most frequent.

Key words; seed stand, diversity, *Tabebuia rosea*, Vado del Cora.

DEDICATORIA

A mi esposa Erika Asencion Ruiz de Haro y mis hijos Elena y Osvaldo, por su comprensión y apoyo continuo durante este tiempo.

A mis padres y hermanos por sus buenos deseos durante este tiempo de trabajo.

A mis amigos y colegas de trabajo por sus buenos consejos y aportaciones técnicas.

AGRADECIMIENTO

A la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) por el apoyo económico brindado para iniciar con los estudios en la Maestría Tecnológica en línea.

Al Colegio de Postgraduados, postgrado de Ciencias Forestales por la oportunidad de permitirme incorporarme a la carrera en línea de la Maestría tecnológica para integrar nuevos conocimientos y compartir experiencias mediante esta forma de trabajo académico.

Al Dr. Carlos Ramírez Herrera por aceptar apoyarme con la dirección de este planteamiento, por todos sus consejos y palabras de impulso que me ayudaron a esforzarme cada día, además por su gran amistad brindada.

Al Dr. Valentín Reyes Hernández por dedicar su tiempo en la revisión de este pequeño documento, a sus valiosas opiniones que ayudaron a mejorarlo y a sus consejos dados durante la etapa de las clases de la maestría.

Al Dr. Alejandro Velázquez Martínez por apoyarme en la revisión del documento, por sus valiosas opiniones al respecto y por sus valiosas aportaciones durante la etapa de desarrollo de la maestría.

A la maestra Daysi Barrera Ortega por su apoyo permanente durante el ciclo de la Maestría tecnológica.

A los maestros que nos impartieron las materias correspondientes a la maestría tecnológica durante el ciclo 2017-2019, por sus valiosos consejos e información que sin duda son muy importante para mi persona en el ámbito profesional donde me desarrollo.

A mi hijo Jorge O. Veliz Ruiz, Jesús Antonio Jiménez Ruiz, Ing. Juan Rangel Guzmán, Biol. Candelario G. Flores, Ing. Santiago Salinas Sifuentes y a la Facultad de agronomía de la UAN por el apoyo durante las etapas de este estudio.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE CUADROS	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación del rodal semillero.....	4
3.2 Aspectos físicos y tipo de vegetación del rodal semillero.....	5
3.3. Descripción de <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.....	6
3.4 Antecedentes de la UPGF de <i>Tabebuia rosea</i> en el ejido Vado del Cora..	8
3.5 Selección de árboles.....	8
3.6. Recolecta de frutos.....	10
3.7 Proceso de la muestra en gabinete.....	11
3.8 Análisis estadístico de la muestra.....	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5. CONCLUSIÓN	25
6. LITERATURA CITADA	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Unidad Productora de Germoplasma Forestal <i>Tabebuia rosea</i>	5
Figura 2. Densidad por hectárea en la UPGF en el ejido Vado del Cora.....	14
Figura 3. Variación de la longitud del fruto de árboles de <i>Tabebuia rosea</i> en la UPGF en el ejido Vado del Cora.....	19
Figura 4. Variación del diámetro del fruto de árboles de <i>Tabebuia rosea</i> en la UPGF en el ejido Vado del Cora.....	20
Figura 5. Variación de la semilla grande de árboles de <i>Tabebuia rosea</i> en la UPGF en el ejido Vado del Cora.....	21
Figura 6. Variación del número de semilla chica de árboles de <i>Tabebuia rosea</i> en la UPGF en el ejido Vado del Cora.....	22
Figura 7. Variación de la semilla con plaga en árboles de <i>Tabebuia rosea</i> en la UPGF en el ejido Vado del Cora.....	23
Figura 8. Variación de la semilla total de árboles de <i>Tabebuia rosea</i> en la UPGF en el ejido Vado del Cora.....	24

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación de la Unidad Productora de Germoplasma Forestal de <i>Tabebuia rosea</i> rodal semillero.....	4
Cuadro 2. Ubicación de los árboles de <i>T. rosea</i> seleccionados dentro de la UPGF del ejido El Vado del Cora, Nayarit.....	9
Cuadro 3. Comparación de los atributos de los árboles muestreados de acuerdo con la clasificación de la UPGF.....	15
Cuadro 4. Valores obtenidos para las características del fruto y semillas de <i>Tabebuia rosea</i> en la UPGF.....	17

1. INTRODUCCIÓN

Los rodales semilleros corresponden a bosques naturales que cuentan con una especie con características fenotípicas superiores, las cuales se reflejan en la rectitud de su tallo, ausencia de ramas en la parte baja del tronco (i.e. fuste limpio), y cuyo tamaño de copa debe ser amplio pero sin que se sobreponga con otras copas (Alba-Landa *et al.*, 2008; Solís-Guillen *et al.* 2017), de esta manera, puede llegar a contarse con árboles superiores con una arquitectura de tipo monopodial acercándose al árbol ideal (Solís-Guillen *et al.* 2017). Los rodales semilleros también son la base para implementar programas de mejoramiento genético (CONAFOR, 2014).

Tabebuia rosea (Bertol) DC, cuyo nombre común es Amapa, es una de las especies tropicales con mayor potencial maderable y que es usada ampliamente también para actividades de restauración, ya que es apta para el mejoramiento de la productividad de los suelos en zonas con suelos degradados. Por lo anterior, en muchas zonas tropicales existe la necesidad de contar con semilla tanto en cantidad como en calidad para implementar acciones de conservación con esta especie (Andara *et al.*, 2011; CONIF, 1998; CONAFOR, 2014).

Por tal motivo, la CONAFOR invirtió recursos económicos de 2016 al 2019 para el establecimiento, mantenimiento y certificación de la Unidad productora de germoplasma forestal-rodal semillero de *T. rosea* en el ejido Vado del Cora, Nayarit, para la producción del germoplasma necesario para la producción de planta enfocada a la restauración de zonas degradadas (CONAFOR, 2016).

Este trabajo, busca generar información con respecto a la calidad y cantidad de semilla que puede obtenerse de dicha UPGF, a efecto de contribuir al conocimiento de esta especie.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la diversidad del ecosistema y caracterizar el tipo de semillas de árboles en una Unidad productora de germoplasma forestal.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Estimar la diversidad del ecosistema donde se estableció la Unidad Productora de Germoplasma Forestal de *Tabebuia rosea*.
2. Caracterizar los tipos de semillas de *Tabebuia rosea* en una Unidad Productora de Germoplasma Forestal

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación del rodal semillero.

La UPGF analizada, se localiza en el ejido Vado del Cora, municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit. El área corresponde a una Unidad productora de germoplasma de *Tabebuia rosea*, la cual se estableció en el año 2016 con financiamiento que otorgo la CONAFOR. El ejido ha proporcionado mantenimiento de la UPGF entre 2017 y 2019 con apoyo de la CONAFOR, realizando labores de limpieza, deshierbes, retiro de árboles dañados, brecha cortafuego, marcado de árboles y podas. El rodal semillero cuenta con una superficie de 17 ha (Figura 1; Cuadro 1). La unidad productora se estableció con 97 árboles de los cuales cuatro se clasifican como superiores, 64 de clase I y 29 de clase II.

Cuadro 1. Ubicación de la Unidad Productora de Germoplasma Forestal de *Tabebuia rosea* rodal semillero.

Vértice	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Longitud	Latitud	X	Y
1	104° 59' 42.450"	21° 46' 15.560"	2407479	2407479
2	104° 59' 44.886"	21° 46' 3.032"	2407094	2407094
3	104° 59' 55.658"	21° 46' 6.455"	2407199	2407199
4	104° 59' 53.129"	21° 46' 8.033"	2407248	2407248
5	104° 59' 52.740"	21° 46' 10.487"	2407323	2407323
6	104° 59' 54.833"	21° 46' 11.776"	2407363	2407363
7	104° 59' 56.215"	21° 46' 12.207"	2407376	2407376
8	104° 59' 58.694"	21° 46' 13.976"	2407430	2407430
9	104° 59' 57.493"	21° 46' 23.594"	2407726	2407726
10	104° 59' 53.105"	21° 46' 21.838"	2407672	2407672

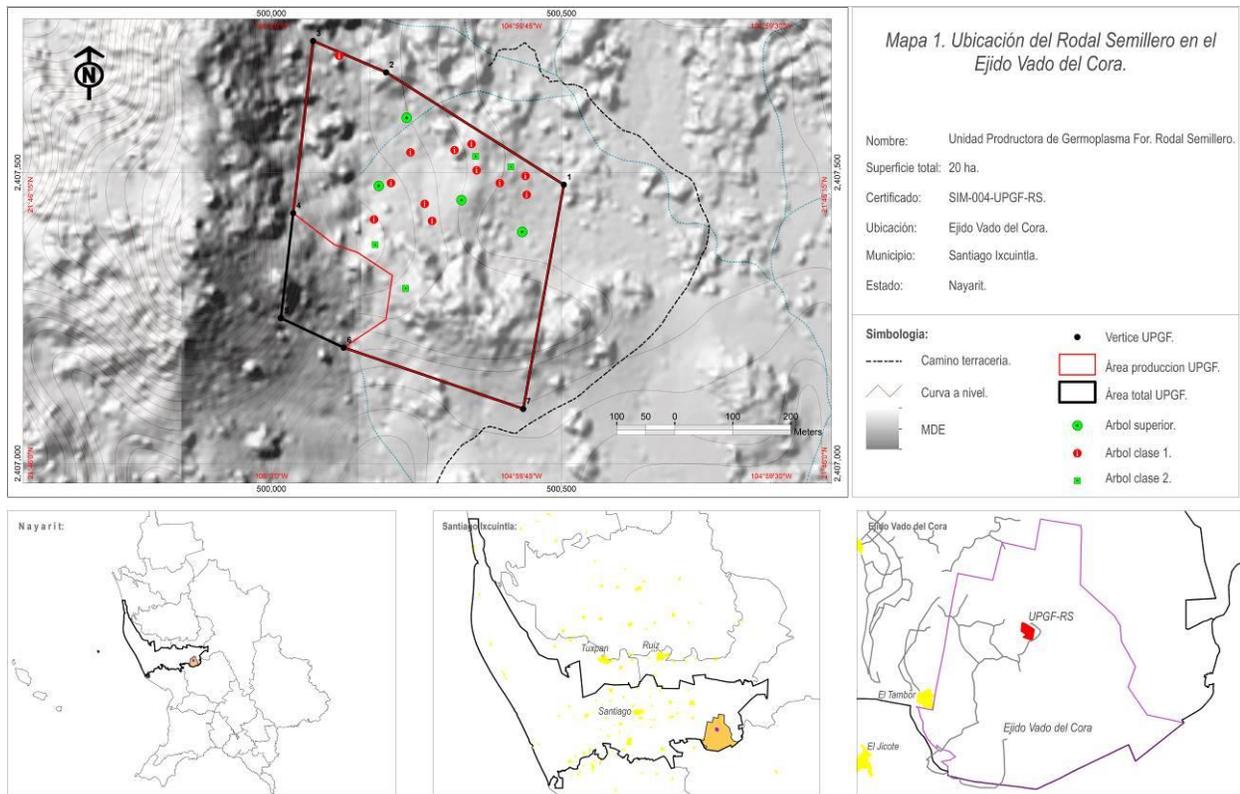


Figura 1. Ubicación de la Unidad Productora de Germoplasma Forestal *Tabebuia rosea*.

3.2. Aspectos físicos y tipo de vegetación del rodal semillero.

Las condiciones climáticas de la zona corresponden a un clima de Cálido subhúmedo, de mayor humedad (Aw_{2-w}), con lluvias en verano (INEGI, 2000). La precipitación normal es de 1,367.3 mm y una temperatura media de 25.9°C, con una máxima y mínima de 32.9 y 19°C respectivamente (INEGI, 2000; CONAGUA, 2020).

Los suelos son Litosoles con alto contenido de grava en la superficie, de textura arcillo arenosa, con estructura granular (INEGI, 1970). El relieve característico de la zona son lomeríos, con pendientes que van de un 5 a un 25% y una rango altitudinal de 80 a 120 msnm (INEGI, 2000). El tipo de vegetación representativa corresponde a Selva mediana subcaducifolia (INEGI, 2016).

3.3. Descripción de *Tabebuia rosea* (Bertol) DC.

Esta especie se conoce en el estado como Amapa y es un árbol que puede alcanzar 25 m de altura y 70 cm de diámetro normal; el fuste suele presentar acanalamientos ligeros, regularmente rectos, con presencia de ramas gruesas horizontales con una ramificación que tiende a ser simpódica, y la copa es estratificada (Pennington y Sarukhan, 2005).

La corteza es de color grisáceo a amarillento, y escamosa (Pennington y Sarukhan, 2005). La madera es de color crema amarillenta (Pennington y Sarukhan, 2005). Las hojas, que se acomodan en la rama en forma decusada, son de tipo compuestas (digitado-compuestas), formada por cinco folíolos, conformado por dos inferiores, dos intermedios y uno terminal, lanceolados o elípticos, margen entero, el ápice agudo o acuminado, el haz de color verde oscuro y envés verde amarillento (Pennington y Sarukhan, 2005). Son caducas y regularmente las pierden entre el mes de marzo y junio (Pennington y Sarukhan, 2005).

Las flores se presentan en panículas cortas con ramas cimosas ubicadas en las axilas de las hojas, que pueden alcanzar los 15 cm de largo, los pedicelos son de 1 a 2 cm de

longitud (Pennington y Sarukhan, 2005). Son zigomorfas, cáliz blanco verdoso o pardo, tubular y estrecho en la base, los lóbulos son de color lila o rosado. La floración se da entre los meses de marzo a junio. El fruto es una capsula con una longitud de hasta 35 cm, estrecha, lisas, con dos suturas, de color pardo oscuras, el cáliz persistente, las cuales contienen una gran cantidad de semillas aladas, delgadas y blanquecinas (Pennington y Sarukhan, 2005).

Su distribución natural abarca desde Sinaloa hasta Chiapas por la zona costera del Pacifico, así como desde Tamaulipas hasta Yucatan por la parte del Golfo, formando parte de comunidades de selva altas y medianas subperennifolias o subcaducifolias (Pennington y Sarukhan, 2005). El desarrollo de la especie se ve favorecido en suelos con buen drenaje y de textura fina, con un pH variado, que puede ir de ¿? A ¿? (Pennington y Sarukhan, 2005).

La madera posee un valor industrial y económico importante, ya que es fácil de trabajar en el aserrío, de fácil perforación y torneado; tiene una densidad que va de los 0.48 a 0.65 g/cm³, por lo que se clasifica como moderadamente dura y pesada, lo que favorece la elaboración de muebles finos, chapas, triplay, paneles, mangos de herramientas, instrumentos musicales, pisos, entre otros (Ospina *et al*, 2008).

3.4. Antecedentes de la UPGF de *Tabebuia rosea* en el ejido Vado del Cora.

La CONAFOR apoyo el establecimiento, mantenimiento y certificación, de la UPGF entre 2016 y 2019. En 2019 se hicieron las primeras recolectas de semillas para la producción de planta en los viveros en el estado. En total la UPGF se formó con 97 árboles seleccionados, que cumplen con las características deseables para la producción de planta de calidad.

3.5. Selección de árboles.

Se realizó una revisión de los registros de las características de cada individuo plantado en la UPGF, previo a la visita de campo para la recolecta de frutos. Los árboles se encuentran clasificados, de acuerdo con los lineamientos y criterios técnicos que se establecen por la CONAFOR (CONAFOR, 2016). Por lo tanto, se cuenta con la base de datos de la ubicación de cada individuo registrado en el rodal semillero (coordenadas UTM y Geográficas). En el presente estudio se incluyeron solo 20 árboles los cuales se seleccionaron aleatoriamente de los 97 árboles que forman la UPGF: Estos árboles se eligieron con el software Arcmap versión 10.8 (ESRI, 2019). Posteriormente, se procedió a ubicarlos en un mapa topográfico y mediante la misma aplicación se obtuvieron las coordenadas de ubicación de cada uno (Figura 2; Cuadro 2). Si el árbol seleccionado para ser muestreado no contaba con frutos el momento de la recolecta, se seleccionó al individuo que estuviera más cercano y que tuviera presencia de una mayor cantidad de frutos (Mendoza-Hernández *et al*, 2018).

Cuadro 2. Ubicación de los árboles de *T. rosea* seleccionados dentro de la UPGF del ejido El Vado del Cora, Nayarit.

No. árbol	Clase	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	Colecta
1	Superior	104° 59' 44.956"	21° 46' 12.925"	76.68	08/06/2020
2	Superior	104° 59' 48.599"	21° 46' 14.700"	99.16	10/06/2020
3	Superior	104° 59' 53.560"	21° 46' 15.496"	77.51	08/06/2020
4	Superior	104° 59' 51.886"	21° 46' 19.301"	77.69	08/06/2020
10	Clase 1	104° 59' 49.006"	21° 46' 17.501"	90.71	10/06/2020
12	Clase 1	104° 59' 47.987"	21° 46' 17.837"	101	14/06/2020
16	Clase 1	104° 59' 47.677"	21° 46' 16.370"	101.02	08/06/2020
22	Clase 1	104° 59' 46.288"	21° 46' 15.658"	92.96	10/06/2020
24	Clase 2	104° 59' 45.618"	21° 46' 16.568"	88	08/06/2020
25	Clase 1	104° 59' 44.747"	21° 46' 16.054"	86.95	08/06/2020
27	Clase 1	104° 59' 44.678"	21° 46' 15.010"	85.16	15/06/2020
35	Clase 1	104° 59' 50.356"	21° 46' 13.541"	97.6	14/06/2020
37	Clase 1	104° 59' 50.800"	21° 46' 14.500"	98	14/06/2020
41	Clase 1	104° 59' 53.840"	21° 46' 13.627"	101.85	14/06/2020
45	Clase 1	104° 59' 52.818"	21° 46' 15.658"	87.26	14/06/2020
49	Clase 1	104° 59' 51.655"	21° 46' 17.378"	90.68	10/06/2020
66	Clase 1	104° 59' 55.928"	21° 46' 22.775"	104.93	10/06/2020
80	Clase 2	104° 59' 53.768"	21° 46' 12.209"	123	14/06/2020
82	Clase 2	104° 59' 51.936"	21° 46' 9.775"	117.1	14/06/2020
88	Clase 2	104° 59' 47.738"	21° 46' 17.152"	92.16	14/06/2020

3.6. Recolecta de frutos.

Se recolectaron los frutos que presentaran una coloración verde-grisácea; en total, de cada árbol se recolectaron diez frutos, los cuales se colocaron en una bolsa de papel que se etiquetó con el número de árbol, la clase, el número de frutos, la fecha de recolecta y las coordenadas de ubicación. Posteriormente, se midieron el diámetro normal, la altura total, el diámetro de copa de norte-sur y este-oeste, con el apoyo de una cinta métrica de 20 metros. El diámetro normal se midió con una cinta diamétrica, la altura con un hipsómetro de Christen, el cual se elaboró con madera y fue graduado utilizando una vara de 2 metros como base

También se registraron las distancias a los cinco árboles más cercanos al árbol seleccionado con un diámetro normal mínimo de 10 cm; para esto, se utilizaron como apoyo una brújula para determinar el azimut de ubicación, y una cinta métrica de 20 metros para medir la distancia horizontal con a partir del árbol colectado. Se registraron la información de cada árbol en un formato de campo, la altura sobre el nivel del mar, pendiente, coordenada de ubicación, y los datos generales del ejido. Esto fue útil para conocer la densidad (DA) y diversidad arbórea del ecosistema donde se ubica la UPGF con las ecuaciones siguientes (Mitchell, 2007):

$$Desnsidad\ Arbórea = \frac{10,000m^2}{\bar{x}^2}$$

Donde: \bar{x} es la distancia media entre el árbol seleccionado y los vecinos cercanos.

También, se calculó el índice de Shannon-Wiener (H') (Magurran, 2004) con la ecuación siguiente:

$$H' = - \sum p_i \ln(p_i)$$

Dónde: p_i es la frecuencia de la especie i en relación al número de especies.

3.7. Procesamiento de las muestras.

Una vez terminada la recolecta, los frutos fueron trasladados a donde se contó con un espacio previamente limpio y desinfectado, donde se colocó una bolsa de plástico en el piso, y sobre ésta una capa de papel para evitar el contacto de la muestra directamente con el suelo. Los frutos se mantuvieron en bolsas separadas por árbol, para evitar que las semillas se mezclaran con las muestras de otros árboles, una vez abierto el fruto. Todas las bolsas se etiquetaron con la información que se registró en campo. A cada fruto se le midió la longitud total (cm) y el diámetro en su parte central (cm). Los frutos se secaron bajo, sombra, con aireación continua; por las noches, los frutos se guardaban dentro de una bolsa de papel y se volvían a sacar al siguiente día; cuando se observaban indicios de apertura, el fruto se mantuvo dentro de la bolsa para evitar que la semilla se perdiera, ya que ésta es ligera por lo que es fácil que el viento la disperse.

La separación de semillas se inició cuando se observó la apertura gradual de los frutos; las semillas se separaron de manera manual del fruto, desechando el epicarpo y la capsula abierta, retirando la parte central donde se encuentran acomodadas las semillas.

Las semillas extraídas de cada fruto se almacenaron en una bolsa de papel, la cual se mantuvo a la sombra aproximadamente por nueve días, para que poco a poco se redujera el contenido de humedad. Las semillas de cada fruto se contabilizaron y, posteriormente, éstas se clasificaron de manera visual en grandes, chicas y dañadas. El peso individual y total de las semillas de cada uno de los frutos se obtuvo con una báscula analítica marca Citizon®, con aproximación a gramos.

3.8. Análisis estadístico de la muestra.

Los datos de cada una de las variables (*i.e.* longitud y peso de los frutos, número de semilla grandes, chicas y dañadas) se sometieron a la prueba de Shapiro-Wilk para determinar si cumplían con el supuesto de normalidad. Ninguna de las variables cumplió dicho supuesto, por lo que se utilizó un análisis estadístico no paramétrico; se aplicó la prueba Kruskal Wallis (Gálvez-López, *et al*, 2018) a los datos con el procedimiento Proc npar1w de SAS versión 9.4 para Windows (SAS, Institute, 2012).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La densidad del rodal fue 616 árboles ha⁻¹ en el rodal de donde se ubica la Unidad Productora de Germoplasma Forestal de *Tabebuia rosea*. En este rodal, se encontraron veintinueve especies arbóreas (Figura 2) *T. rosea* tuvo la densidad mayor con 214 árboles ha⁻¹. Esto represento una densidad relativa del 34.7 %. Con base en la densidad se estima un total de 4,345 árboles en las 17 ha donde se ubica la UPGF en el ejido Vado del Cora. Este número de árboles de esta especie en el rodal garantiza un apareamiento aleatorio entre árboles diferentes y pueden disminuir el cruzamiento entre individuos emparentados y evitar problemas de depresión endogámica (Frankham *et al.*, 2002). Por lo que el germoplasma de *T. rosea* recolectado en este rodal puede tener un nivel de calidad alto y originar plantas de calidad para establecer plantaciones en lugares con condiciones ambientales similares a las prevaecientes en el rodal en donde se ubica la UPGF. El apareamiento entre árboles diferentes garantiza la permanencia de la población de *T. rosea* en el rodal y mantener su potencial evolutivo. Un número mínimo de 500 individuos en etapa reproductiva es suficiente para que una especie pueda mantener su potencial evolutivo (Franklin y Frankham, 1998).

El número de especies es un indicador de la diversidad en un ecosistema. Por lo que con base en el número de especies el rodal donde se ubica la UPGF en el ejido Vado del Cora tiene una diversidad alta como se espera en un ecosistema que los biomas tropicales secos. El índice de Shannon-Wiener fue 2.63. Una diversidad alta es una garantía para la estabilidad del ecosistema y poder este continuar con los cambios evolutivos.

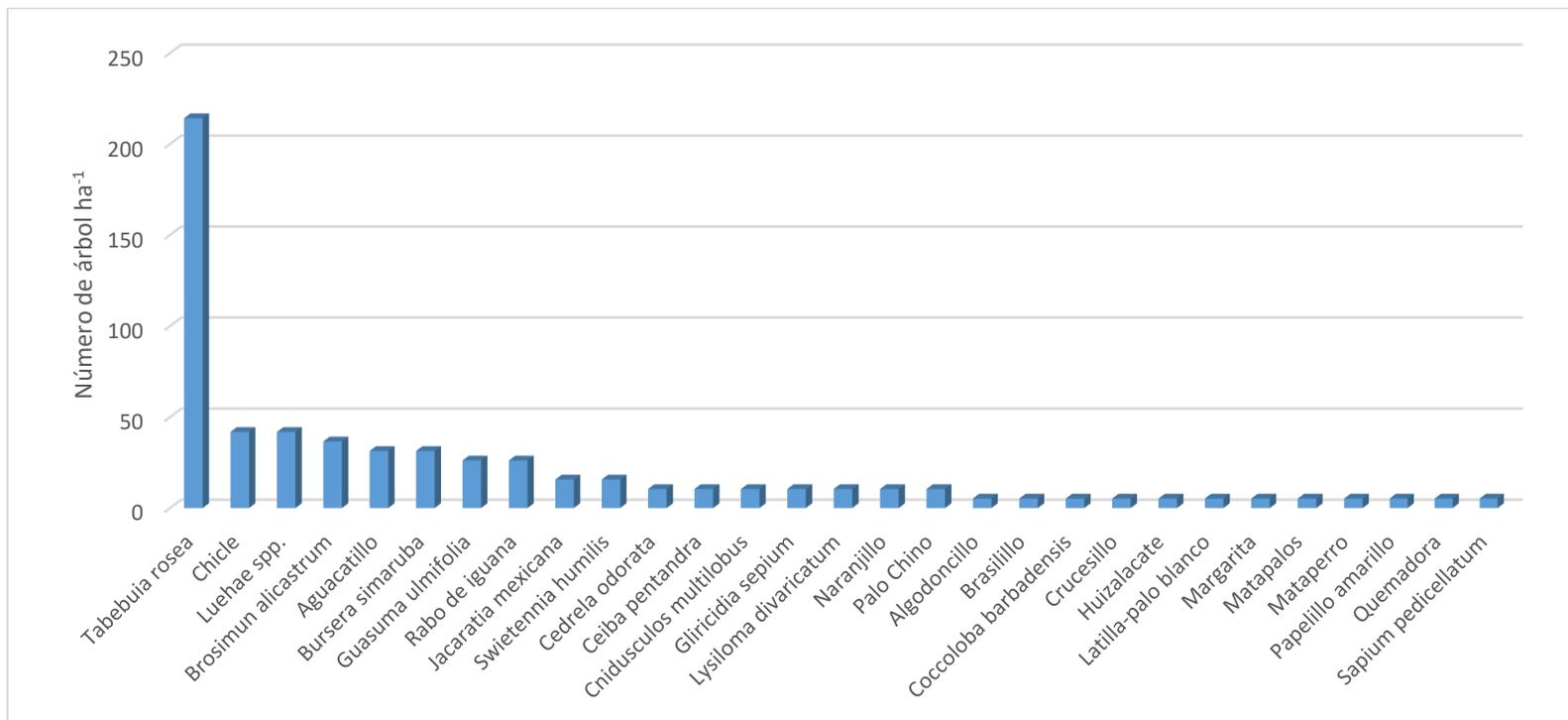


Figura 2. Densidad por hectárea en la UPGF en el ejido Vado del Cora.

Los árboles superiores tuvieron una altura 10 y 31 % mayor que los árboles Clase I y Clase II, respectivamente (Cuadro 4). También, los árboles superiores presentaron un diámetro de 21 y 33 % mayor que los árboles clase I y clase II. Además, los árboles superiores tuvieron un diámetro de copa de 23 y 43 % mayor que los árboles clase I y Clase II. Los tratamientos complementarios al suelo y vegetación, son importantes dentro de la UPGF ya que se ha demostrado que estas influyen en el crecimiento en altura y diámetro de plántulas, especialmente la remoción de vegetación competidora (Mora *et al*, 2006). Con base en las características de los árboles superiores es de esperar que las plántulas que se producen con semillas de este tipo de árboles hereden las características de superioridad de los padres (White, *et al*, 2007)

Cuadro 3. Comparación de los atributos de los árboles muestreados de acuerdo con la clasificación de la UPGF

Árbol	Altura (m)	Diámetro (cm)	Diámetro de copa (m)
Árboles superiores:			
1	21	54	17
2	18	37	9
3	21	48	11
4	28	51	11
Media	21	47	11
Árboles Clase I:			
5	23	40	12
6	16	29	7
7	19	27	6

8	20	47	10
10	19	33	7
11	18	41	8
12	21	31	11
13	24	53	11
14	17	37	9
15	18	46	11
16	24	54	12
17	18	46	12
Media	19	38	9

Árboles Clase II:

9	18	33	8
18	15	35	7
19	18	43	9
20	15	31	7
Media	16	35	8

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre clases de árboles para la longitud del fruto. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas ($p < 0.0001$) entre árboles para esta variable. La longitud promedio del fruto fue de 27 cm. La longitud del fruto tuvo una variación alta entre árboles (Figura 3).

Los frutos del árbol 17 tuvieron una longitud máxima promedio (38.47 cm) 75 % mayor que la longitud mínima promedio del árbol 7 (21.93 cm) (clase 1). También, se encontró una variación alta en la longitud de los frutos en cada árbol (Figura 3). La longitud del fruto que se encontró en el presente estudio fue menor que la longitud promedio (33.1 cm) reportada por Gálvez-López (2018) para *Tabebuia rosea*. También, Álvarez (2000) reportó un valor promedio mayor (30.916 cm) en la longitud del fruto de esta especie. La variación en la longitud del fruto de esta especie puede estar asociada a factores tanto genéticos como ambientales. Esta especie tiene una amplia distribución, por lo que puede ocupar sitios con suelos con diferentes condiciones nutrimentales y ambientes con variación en temperatura y precipitación, factores que en conjunto o de manera individual pueden influir en la longitud del fruto.

Cuadro 4. Valores obtenidos para las características del fruto y semillas de *Tabebuia rosea* en la UPGF.

Árbol	Frutos		Semillas			Peso
	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Grande	Chica	Dañada	Total (Gramos)
Árboles superiores:						
1	22.92	1.01	95	13	9	117
2	23.63	0.90	113	15	3	131
3	29.40	1.10	101	0	12	114
4	32.83	1.14	119	4	8	131
Media	26.59	1.03	106	8	6	120
Árboles Clase I:						

5	25.74	1.09	113	4	6	123
6	24.79	1.11	123	7	2	132
7	21.93	1.07	122	4	0	125
8	31.23	1.16	123	6	10	138
10	27.73	1.07	109	13	0	123
11	26.59	1.10	112	4	2	117
12	25.33	1.16	110	14	4	127
13	26.77	1.17	94	8	1	103
14	26.04	0.97	73	14	16	94
15	26.26	1.12	123	4	0	128
16	29.41	1.25	124	5	1	130
17	38.47	1.13	144	5	1	150
Media	27.04	1.11	111	6	2	119

Árboles Clase II:

9	33.82	1.06	113	5	0	117
18	26.99	1.13	114	22	10	145
19	24.71	1.03	101	11	4	116
20	25.21	1.02	132	9	1	142
Media	27.26	1.05	114	9	1	124

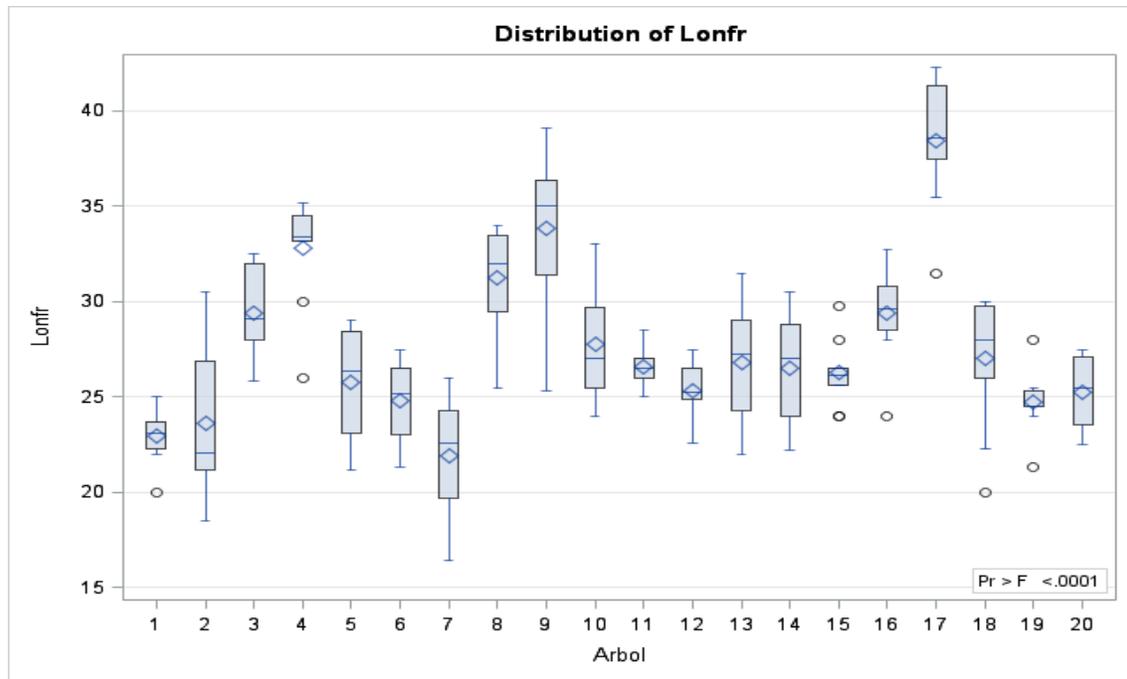


Figura 3. Variación de la longitud del fruto de árboles de *Tabebuia rosea* en la UPGF en el ejido Vado del Cora.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.0001$) entre clases de árboles y entre árboles para el diámetro de frutos de los árboles de *T. rosea*. El diámetro promedio de los frutos fue 1.06 cm. Sin embargo, éste presentó variaciones en todas las clases de árboles (Cuadro 5; Figura 4). El árbol 16 (clase I) en promedio tiene un diámetro del fruto un 40 % mayor el árbol 2 (superior). En promedio, el diámetro mayor (1.11 cm) del fruto lo registraron los árboles en la clase I, mientras que el valor menor (1.03 cm) de esta característica se encontró en los árboles superiores. Los valores promedio del diámetro del fruto de los árboles de *T. rosea* en la presente investigación fueron similares a los diámetros (1.08 y 1.35 cm) del fruto que se encontraron en árboles de esta especie en poblaciones en Chiapas, México (Gálvez-López, 2018) y en Las Juntas y el Roble, Costa Rica (Álvarez, 2000).

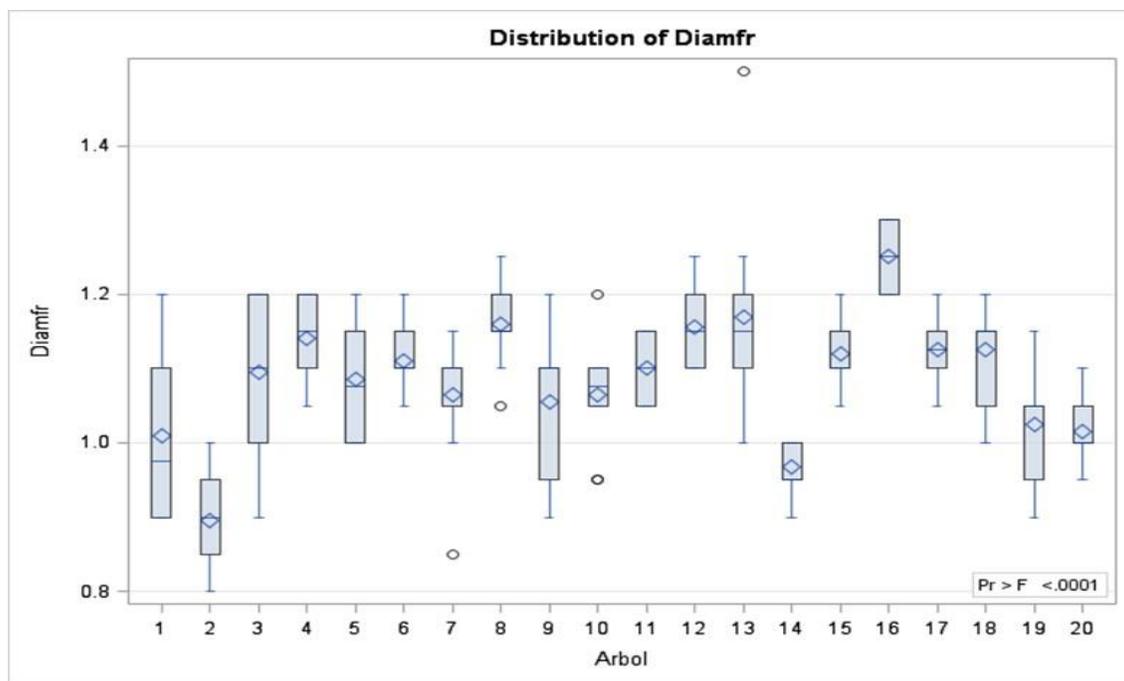


Figura 4. Variación del diámetro del fruto de árboles de *Tabebuia rosea* en la UPGF en el ejido Vado del Cora.

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre clases de árboles para el número de semillas grandes por fruto de los árboles de *Tabebuia rosea*. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas ($p < 0.0001$) entre árboles para esta variable. El número de semillas grandes representó el 90.9 % de las semillas promedio totales por fruto de esta especie. El número promedio fue de 110 semillas grandes por fruto para los árboles en las diferentes clases. También, se encontró una variación alta en el número promedio de semillas grandes entre árboles. El valor de esta variable varió desde 73 semillas grandes en los frutos del árbol 14 hasta 144 semillas grandes por fruto para el árbol 17 (Cuadro 5; Figura 5).

También se encontró una variación alta dentro de árboles en esta característica. Por ejemplo, el fruto con número menor de 50 semillas por fruto se encontró en el árbol 13, mientras que el árbol 17 tuvo el fruto con el mayor número de semillas por fruto con un valor superior a 150 semillas (Figura 5). Las semillas grandes tienen una cantidad mayor de nutrientes y embriones, con dimensiones mayores que las semillas chicas, por lo que al ser una semilla grande puede representar el tener una mayor velocidad de germinación y originar plántulas robustas con mayor probabilidad de sobrevivencia.

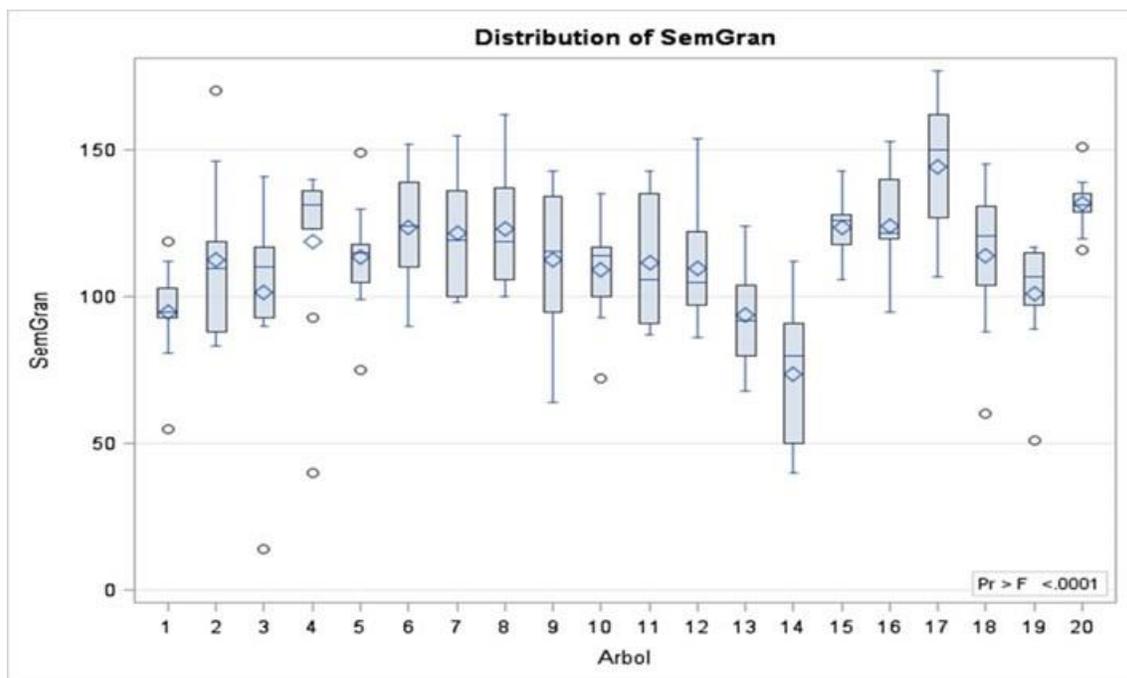


Figura 5. Variación de la semilla grande de árboles de *Tabebuia rosea* en la UPGF en el ejido Vado del Cora.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.0128$) entre clases de árboles y entre árboles ($p < 0.0001$) para el número de semillas chicas de árboles de *Tabebuia rosea*. El número promedio de semillas chicas representó solo el 6.3 % del número total de

semillas por fruto por árbol de esta especie (Cuadro 5). El número promedio de semillas chicas por fruto fue de 7.6. El número de semillas chicas varió entre 0 y 22 semillas chicas por fruto en los árboles 3 y árbol 18, respectivamente (Cuadro 5; Figura 6). El máximo valor de semillas chicas se encontró en un fruto del árbol 14, mientras que varios árboles tuvieron frutos con cero semillas chicas (Figura 6). Las semillas chicas pueden presentar porcentajes menores de germinación debido a que pueden tener embriones poco desarrollados o completamente abortados. También, los embriones pequeños pueden originar plantas con estatura baja, y niveles de mortandad alto en las primeras etapas de desarrollo.

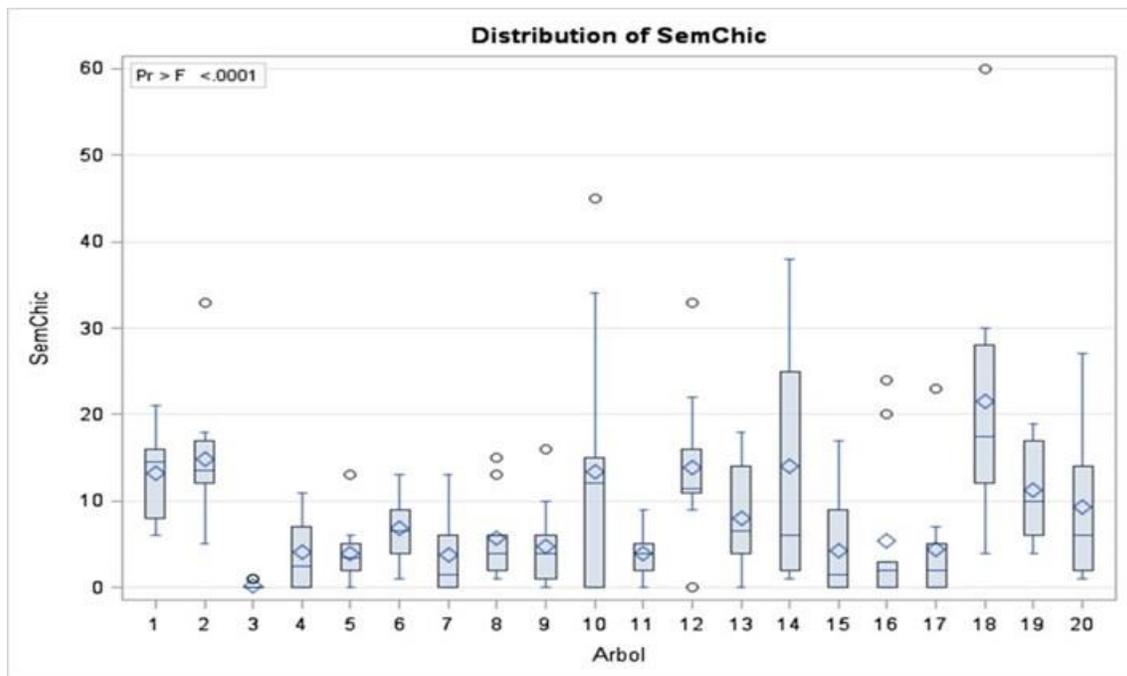


Figura 6. Variación del número de semilla chica de árboles de *Tabebuia rosea* en la UPGF en el ejido Vado del Cora.

El análisis de varianza no mostro diferencias significativas entre clases de árboles para el número de semillas dañadas por insectos. Sin embargo, sí se encontraron diferencias ($p < 0.0089$) entre árboles para esta variable. El número promedio de semillas plagadas fue de 3 por fruto, y solo representó el 2.5 % del número total de semillas por fruto en *Tabebuia rosea*. Esto se puede deber a una baja presencia de insectos que atacan a los frutos y semillas de esta especie en la UPGF. Semillas plagadas no se encontraron en los árboles 7, 9, 10 y 15 de *T. rosea* en la UPGF (Cuadro 5; Figura 7).

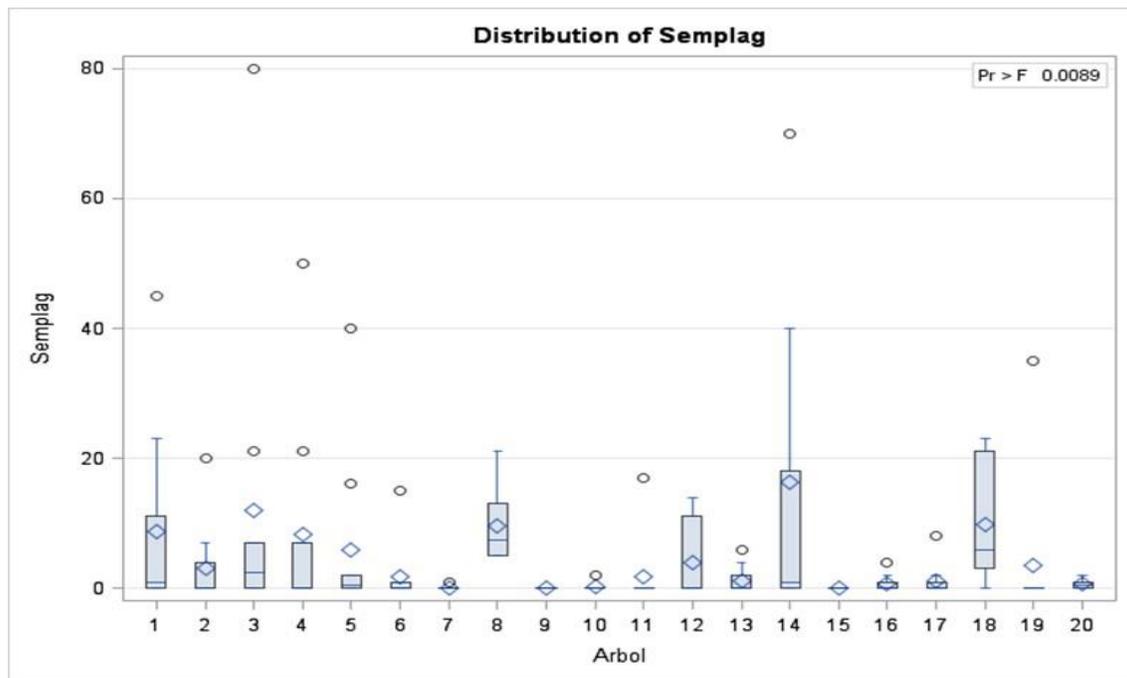


Figura 7. Variación de la semilla con plaga en árboles de *Tabebuia rosea* en la UPGF en el ejido Vado del Cora.

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre clases de árboles para el número de semillas totales por fruto. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas entre árboles ($p < 0.0001$) para esta variable.

El número total promedio fue de 121 semillas por fruto en los árboles de la UPG para esta especie, aunque el número promedio de semillas totales por fruto fue muy similar entre las diferentes clases de árboles (Cuadro 5). Sin embargo, una diferencia considerable se encontró entre los frutos considerando los árboles en la UPGF. Por ejemplo, el número promedio total vario entre 94 semillas por fruto en el árbol 14 y 150 semillas por fruto en el árbol 17 (Cuadro 5). También, se encontró una variación alta en el número de semillas totales dentro de cada árbol (Figura 8). El árbol 2 tuvo el fruto con el mayor número de semillas en un fruto, mientras que el árbol 9 presentó el menor valor en el número de semillas en un fruto. Los árboles 2, 9 y 18 tuvieron las variaciones mayores en el número de semillas totales por fruto.

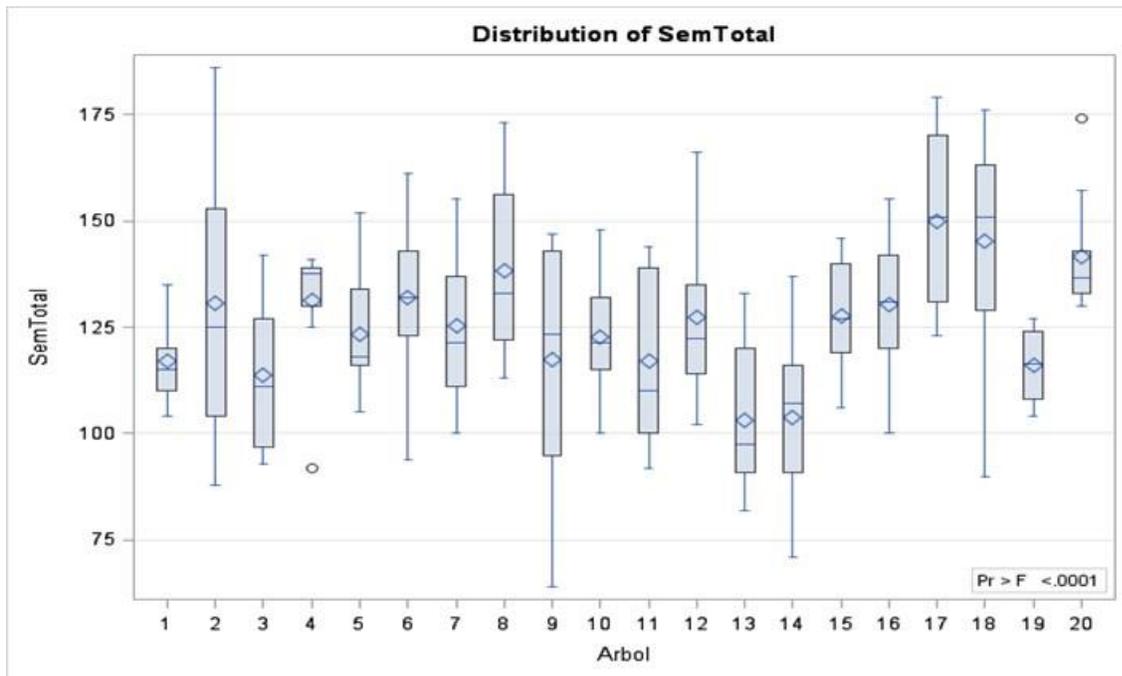


Figura 8. Variación de la semilla total de árboles de *Tabebuia rosea* en la UPGF en el ejido Vado del Cora.

5. CONCLUSIÓN.

La diversidad del ecosistema donde se localiza la Unidad Productora de Germoplasma Forestal fue alta con base en el número de especies e índice de Shannon-Wiener. *Tabebuia rosea* fue la especie que domina el ecosistema donde se estableció la Unidad de Producción de Germoplasma Forestal. Las características de frutos y semillas de *Tabebuia rosea* no tuvo influencias por la calidad fenotípica de los árboles. Una variación alta se encontró en las características reproductivas entre árboles de *Tabebuia rosea*. Las semillas grandes fueron las que representaron el mayor porcentaje de semillas totales. Esto es una garantía de la calidad de las semillas que se produce en la Unidad Productora de Germoplasma Forestal. El ataque de insectos a las semillas fue muy bajo

6. LITERATURA CITADA.

Alba-Landa J., L. del C. Mendizábal-Hernández y J. Márquez R. 2008. El mejoramiento genético forestal y las pruebas establecidas en Veracruz. *Foresta Veracruzana* 10 (1). 25-29. [en línea] [fecha de Consulta 21 de noviembre de 2020]. ISSN: 1405-7247. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49711434003>.

Álvarez M. 2000. Caracterización de frutos y semillas de *Cedrela odorata L.*, *Tabebuia rosea*, *Alnus acuminata* y *Cupressus lusitanica*. En 2. Simposio sobre Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina 18-22 Oct 1999 Santo Domingo (R. Dominicana). Turrialba, Costa Rica: CATIE.

CONAFOR. 2014. Manual técnico para el establecimiento de ensayos de procedencias y/o progenies. Autores; Celestino Flores López, Javier López Upton y Salvador Valencia Manzo. Zapopan, Jalisco, México. 154 p.

CONAFOR. 2016. Criterios para la obtención de germoplasma del Programa nacional forestal. Zapopan, Jalisco, México. 20 p.

CONAGUA. 2020. Servicios meteorológico nacional; normales climatológicas. Estación 00018065 Amado Nervo. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL18065.TXT>.

CONAFOR. s/f. Manual para el establecimiento de Unidades productoras de germoplasma forestal. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco. 70 p.

ESRI. 2019. ArcGIS Desktop 10.8, licencia avanzada.

Frankham R., J. D. Ballou and D. A. Briscoe. 2002. Introduction to Conservation Genetics. Cambridge Press. New York, USA, 617 p.

Franklin, I.R. and R. Frankham. 1998. How large must populations be to retain evolutionary potential. Anim. Conserv. 1, 69–71.

Gálvez-López L., J. Jasso-Mata, S. Espinoza-Zaragoza, M. Jiménez-Casas, B. Ramírez-Valverde y J.L. Rangel-Zaragoza. 2018. Calidad de la semilla de árboles selectos de *Tabebuia rosa* (Bertol) DC. En el Soconusco, Chiapas, México. Agroproductividad, Vol. 11, Num. 3. 90-97.

INEGI. 2000. Síntesis de información geográfica para el estado de Nayarit, carta temática de climas escala 1: 25,000. Aguascalientes, México.

INEGI. 1970. Carta temática de edafología escala 1: 50,000. Aguascalientes, México.

- INEGI. 2016. Archivos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VI, escala 1:250,000. Aguascalientes, México.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity Blackwell Publishing Co., Malden, p. 21
- Mendoza-Hernández N.B., C. Ramírez-Herrera, J. Lopez-Upton, V. Reyes-Hernández y P.A. López. 2018. Variación de características reproductivas de árboles de *Pinus patula* en un huerto semillero sexual. *Agrociencia* 52 (2); 279-291.
- Mitchell, K. 2007. Quantitative Analysis by the Point-Centered Quarter Method. En <http://people.hws.edu/mitchell/PCQM.pdf>. Consultado 2-12-2007.
- Mora S.A., J.I. Valdez H., G. Ángeles P., M.A. Musálem S. y H. Vaquera H. 2006. Establecimiento y desarrollo de plántulas de *Tabebuia rosea* (Bignoniaceae) en una selva subcaducifolia manejada de la costa Pacífica de México. *Rev. Biol. Trop.* (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744). Vol. 54 (4): 1215-1225.
- SAS, Institute, 2012. SAS versión 9.4 para Windows. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Solís-Guillen I, M. Chaires-Pacheco, J. Juarez-Gomez, A.O. Connor-Sanchez y Y.J. Peña-Ramírez. 2017. Development of an ideotype-based selection tool for native tropical tree breeding by smallholder planters in México's Maya forest. *Small-scale Forestry* 16; 521-534.

- Román M.L., S.A. Mora y R.A. Gallegos. 2011. Bosques y árboles del trópico mexicano: Estructura, crecimiento y usos: Árboles tropicales de uso múltiple en la costa de Jalisco, México. Editores Endara A.A.R., A. Mora S. y J.I. Valdez H. Universidad de Guadalajara. 1ra. Ed. Pandora, S.A, Guadalajara, Jalisco, México. 81-106.
- White T.L., W.T. Adams and D. B. Neale. 2007. Forest Genetics. CABI Publishing. Cambridge, MA, USA. 682 p.