

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Evaluación Inicial del Crecimiento de 30 Procedencias de *Eucalyptus pellita*
F. Muell en Huimanguillo, Tabasco, México.

Por:

GAMALIEL MARTÍNEZ CHÁVEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Evaluación Inicial del Crecimiento de 30 procedencias de *Eucalyptus pellita*
F.Muell en Huimanguillo, Tabasco, México.

Por:

GAMALIEL MARTÍNEZ CHÁVEZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada:

M.C. José Anselmo Díaz Balderas
Asesor Principal

M.C. Celestino Flores López
Coasesor

M.C. José Pablo Gamboa Zúñiga
Coasesor

DEPARTAMENTO FORESTAL

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2012

El presente estudio se realizó, gracias al apoyo brindado por parte de la empresa Agropical S.A de C.V., la cual me brindó la confianza y la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales y además de realizar la evaluación de este ensayo, del cual se derivó el presente trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTOS

Siempre resulta difícil agradecer a aquellas personas que han colaborado con un proceso, con un trabajo, con una historia, porque no alcanza el tiempo, el papel o la memoria, para mencionar o dar con justicia todos los créditos y méritos a quienes se lo merecen.

Partiendo de estas limitaciones y diciendo de antemano MUCHAS GRACIAS a todas las personas que de una u otra manera han colaborado en el desarrollo de esta tesis; y otras tantas que son y serán el elemento esencial, el motor que me impulsa a seguir adelante y mi razón de ser; gracias a su confianza, apoyo, amistad y cariño, he logrado llegar hasta este momento tan especial y significativo de mi vida.

Al Omnipotente, a ti mi Dios, gracias, gracias Señor, por darme el privilegio de la vida, por llenarme de bendiciones Día a Día, por ser la luz en mi camino y por permitirme llegar a culminar esta hermosa etapa, que es el inicio de una larga vida, porque tú eres el Juez supremo que puede Juzgarme y Perdonarme, porque en ti me encomiendo Hoy y Siempre, hágase señor tu voluntad y no la mía.

A MI ALMA TERRA MATER A mi Gloriosa Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, porque ser de la Narro, es Razón de Orgullo, y lo demás es Cuestión de Detalles. Estaré eternamente agradecido con mi Universidad, por haberme permitido formar parte de ella, por todas las experiencias vividas y todos los conocimientos adquiridos, y por toda esa grandeza y prestigio, que representa llevar el sello de la casa y ser orgullosamente un Buitre.

Al M.C. José Aniseto Díaz Balderas, por brindarme el apoyo necesario para la realización del presente estudio, por sus sabios consejos, por su amistad y confianza brindada y por compartirme sus experiencias adquiridas en su vida profesional, eso me fue de gran utilidad para mejorar el contenido del presente trabajo. Gracias por todo, me siento afortunado de trabajar bajo su dirección.

M.C. Celestino Flores López por su ayuda y colaboración en la realización de la tesis, por las atenciones prestadas y el valioso tiempo dedicado, por ser un ejemplo a seguir.

M.C. José Pablo Gamboa Zúñiga por apoyarme en la colaboración de la tesis, de igual forma por darme la oportunidad de llevar a cabo el proyecto de tesis con el área experimental que él tiene a su cargo, por las atenciones prestadas durante mi estancia en la empresa Agropical S.A. de C.V.

Al empresario Oscar Cantón Armengol por permitirme realizar mis prácticas profesionales, por las atenciones prestadas y la confianza dada durante mi estancia en su empresa, de donde se derivó este trabajo de tesis.

A Bartolomé Santiago García, José Antonio Alfaro Pérez y al Ing. Edwin Verdugo Morales, por su ayuda y colaboración para la toma de datos de campo y por todos los buenos momentos vividos y compartidos durante el semestre de campo en Tabasco.

A mis compañeros de la carrera Ingeniero forestal, con los cuales compartí y viví grandes momentos maravillosos durante el lapso de la carrera, a Adrián, Aristeo, Saúl, Héctor, José Guadalupe, Horacio, Ángel Alfredo, Rodolfo, Cecilio, Martín, Leo, Bartolomé, Manuel, Javier, Edilberto, Shavis, Gualberto, Andrés, Pedro, Rusbeli, Ever, Marco, José Antonio, Paco, Rigoberto, Zilmar, Damián, Flor, Abyhail, Inocencia, Ángela, Angelina, Maybeth, Vero y Rosy.

A mis amigos. A todo ustedes, que son parte fundamental y pieza importante para que este sueño se cumpliera. Durante el lapso de la vida se conocen todo tipo de personas; la vida y el destino tiene preparado caminos diferentes para cada uno de nosotros, pero sin duda permanecerán por siempre en el recuerdo y en el corazón.

A los maestros del departamento forestal. A todos los maestros y colaboradores que forman parte del prestigioso departamento y que sin duda han sido parte importante de mi formación académica, a todos ellos muchas gracias.

DEDICATORIA

A mis padres. Con todo el amor y cariño a mis dos Ángeles que Dios mando para guiarme, de antemano estoy y estaré eternamente agradecido con ustedes, por haberme traído a este maravilloso mundo, gracias por depositar en mí su confianza, por sus consejos, por su gran humildad que siempre los ha caracterizado, por ser mi ejemplo a seguir, porque lo que un día era un sueño, hoy es una realidad. Quiero que sepan que todos sus esfuerzos y sacrificios no fueron en vanos, porque siempre me mantuvo en pie, su amor y su cariño. Con mucha admiración y respeto les comparto este sueño logrado. LOS AMO.

A mi padre **Sr. Irineo Martínez Salas** por brindarme siempre tu apoyo incondicional, por tus sabios consejos, por hacerme saber y ver que la vida es una bendición y no una obligación, que todo lo que uno anhela, sueña, con trabajo, amor y dedicación se puede lograr y no importa las veces que uno lo intente, que todo sea por no dejar ese sueño y que ante toda acción, el respeto es importante. SIEMPRE estaré agradecido por todo el esfuerzo y sacrificio que has hecho por mí y por mis hermanos, por el amor que siempre me has tenido y por ser mi ejemplo a seguir. A mi madre **Sra. Margarita Chávez Jacinto**, porque el amor de madre, no hay dos en la vida, estoy eternamente agradecido el momento en que dio a luz mi vida, gracias madre mía, por ese gran amor que me has dado, por tu paciencia, por tus desvelos, por tus cuidados, por tus consejos, por tus sacrificios, por tu tiempo, porque siempre has estado ahí, en todo momento, alentándome y dando fuerza y valor para seguir adelante.

A mis queridos hermanos., Severino, Abelardo y a mi hermana Eufemia Martínez Chávez. A ustedes les dedico esta felicidad tan inmensa que siento, por haber logrado llegar a cumplir este objetivo, porque no podría haberlo hecho sin ustedes, porque a través de su amor, comprensión, apoyo y consejos, es como pude lograr salir adelante, por todos esos bellos momentos que hemos vivido juntos, porque nunca fue más importante las cosas materiales, que el amor de hermanos que siempre nos hemos tenido, en ustedes siempre he tenido los

mejores amigos, son y serán el motor que me impulsa a lograr realizar mis sueños, por eso y por todas esas razones, quiero que sepan que los AMO.

A mi familia. Por el apoyo brindado y por sus consejos, especialmente a mi abuelita Carmen, por todos sus cuidados y la buena educación, a mis Tías, Primos, a mi cuñado Edgar y a mis cuñadas Magnolia, Darnelly.

A mis sobrinas por esa inocencia tan pura que siempre caracteriza a la niñez, por sus sonrisas y alegrías, porque desde su llegada, se invadió de felicidad la familia y por ser la razón de vida de mis hermanos. A mis queridas sobrinas, que Dios les de vida y salud y las bendiga siempre.

Shayleen Ariana Martínez Carrillo

Breany Mackenzie Martínez Carrillo

Lesley Martínez Pérez

Joanna Martínez Pérez

Kelly Dayanna Manzano Martínez

CONTENIDO TEMÁTICO

	Paginas
ÍNDICE DE CUADROS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo e hipótesis.....	3
II REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Descripción de la especie	4
2.1.1 Taxonomía	4
2.1.2 Distribución	4
2.1.3 Descripción	5
2.1.4 Características de la madera de E. pellita.....	6
2.2 El mejoramiento genético forestal	7
2.2.1 Importancia de los ensayos de procedencia	8
2.3 Plantaciones forestales	9
2.3.1 Importancia de las Plantaciones forestales.....	10
2.3.2 Consideraciones legales de las plantaciones forestales en México.....	11
2.3.3 Tendencias de las plantaciones a nivel mundial	13
2.3.4 Plantaciones forestales comerciales en México.....	17
2.4 Trabajos afines	18
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 Descripción del sitio	23
3.2 Localización	23
3.3 Ubicación	24
3.4 Clima.....	24
3.5 Suelo.....	25

3.6	Vegetación	25
3.7	Hidrología superficial	26
3.8	Procedencias utilizadas	26
3.9	Germinación de las plantas.....	26
3.10	Establecimiento del ensayo	27
3.11	Diseño experimental	27
3.12	Variables a evaluar	30
3.13	Evaluación del ensayo	31
3.14	Análisis estadístico	32
IV	RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	33
V	CONCLUSIÓN.....	46
VI	RECOMENDACIONES.....	47
VII	LITERATURA CITADA.....	48
	ANEXOS	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie de plantaciones forestales por región a nivel mundial.	13
Cuadro 2. Área de plantaciones por grupo de especies y por región a nivel mundial (FAO, 2002).	15
Cuadro 3. Países con mayor superficie en el desarrollo de plantaciones forestales.	16
Cuadro 4. Superficie con plantaciones forestales comerciales en México en el periodo 1996-2009, según la FAO (2009).	18
Cuadro 5. Procedencia y su ubicación geográfica de la especie <i>E. pellita</i> adquiridas en el banco de germoplasma CSIRO de Australia.	28
Cuadro 6. Comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$) para diámetro 0.30 m.	37
Cuadro 7. Comparación de medias para diámetro a 1.30 m a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).	39
Cuadro 8. Comparación de medias para altura total, a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).	41
Cuadro 9. Comparación de medias para diámetro de copa a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución natural de <i>E. pellita</i> F. Muell Tomado de Harwood <i>et al.</i> , 1997.	5
Figura 2. Gráfica de especies utilizadas en plantaciones forestales comerciales a nivel mundial (Cortez, 2011).....	14
Figura 3. Gráfica de países con mayor superficie en el desarrollo en plantaciones forestales a nivel mundial. Elaborado con datos FAO (2002).....	16
Figura 4. Ubicación geográfica del área de estudio.	23
Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Huimanguillo Tabasco México	24
Figura 6. Ubicación geográfica de las procedencias utilizadas en el estudio de evaluación inicial del crecimiento de 30 procedencias de <i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell, en Huimanguillo, Tabasco.....	29
Figura 7. Distribución de procedencias de <i>E. pellita</i> en el sitio experimental.	30
Figura 8. Comparación de medias para sobrevivencia de <i>E. pellita</i> F. Muell en Huimanguillo, Tabasco.	33
Figuras 9. Diagramas ombrotérmicos. (A) Huimanguillo, Tabasco, México; (B) Queensland, Australia.	34

Figura 10. Comparación de medias para diámetro a 0.30 m de <i>E. pellita</i> F. Muell en Huimanguillo, Tabasco.....	35
Figura 11. Distribución geográfica y altitudinal de las mejores procedencias, con respecto al sitio experimental.	36
Figura 12. Diámetro promedio a 1.30 m en cada una de las procedencias de <i>E. pellita</i> F. Muell en Huimanguillo, Tabasco.....	40
Figura 13. Altura total promedio en cada una de las procedencias de <i>E.pellita</i> F. Muell en Huimanguillo, Tabasco.	42
Figura 14. Diámetro de copa promedio de cada una de las procedencias de <i>E.</i> <i>pellita</i> F. Muell en Huimanguillo, Tabasco.....	45

RESUMEN

El presente trabajo, tiene como propósito principal evaluar el crecimiento inicial de *Eucalyptus pellita* F. Muell, para las variables de sobrevivencia, diámetro a 0.30 m, diámetro a 1.30 m, altura total, diámetro de copa, a los 12 meses de edad. El 29 de septiembre del 2011 se estableció un ensayo de procedencias de *Eucalyptus pellita* F. Muell, en terrenos propiedad de la empresa Agropical S.A de C.V. ubicado en el Municipio de Huimanguillo, Tabasco, México. En dicho sitio, se estableció un sitio experimental, bajo un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones. Se utilizó material experimental de 30 procedencias de la misma especie. Las semillas fueron compradas de la empresa internacional The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO por sus siglas en Ingles), ubicada en Australia. Dentro del primer año, se llevó a cabo el proceso de fertilización de las plantas en dos etapas, la primera etapa se realizó al mes de plantado con una dosis de 100 gr de mezcla física NPK, la segunda a los 10 meses de plantado, con una dosis de 120 gr de mezcla física NPK. Para el control de malezas se realizó con métodos químicos y mecánicos. Una vez que la plantación alcanzo los 12 meses, se realizó la primera evaluación en campo y como resultados en el análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas entre procedencias para cada una de las variables evaluadas excepto para sobrevivencia donde no se encontró efecto, las procedencias 25 y 26 fueron las mejores con el 100 % de sobrevivencia en el ensayo.; las procedencias 21 y 23 las que destacan para la variable de diámetro a 0.30 m y la variable de diámetro a 1.30 m respectivamente; para la variable de altura total la mejor procedencia fue la 21, mientras que para la variable de diámetro de copa la mejor procedencia fue la 15.

Palabras claves: *Eucalyptus pellita* F. Muell, ensayos de procedencia, mejoramiento genético, plantaciones forestales comerciales, Huimanguillo Tabasco.

ABSTRACT

The present work has as main purpose to evaluate the initial growth of *Eucalyptus pellita* F. Muell, for the variables of survival, diameter to 0.30 m and 1.30 m, total height, crown diameter, at 12 months of age. On 29 September 2011 established a provenance trial of *Eucalyptus pellita* F. Muell, on land owned by Agropical SA de CV located in the Municipality of Huimanguillo, Tabasco, Mexico. At that site, an experimental site was established under a design randomized block with three replications. Experimental material was used in 30 provenance of the same species. The seeds were purchased from the international company The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO for its acronym in English) located in Australia. Within the first year, took out the process of fertilization of the plants in two stages, the first stage was performed one month after planting with a dose of 100 g of NPK physical mixture, the second at 10 months after planting, with a dose of 120 g of NPK physical mixture. For weed control was performed using chemical and mechanical methods. Once the planting reached 12 months, we performed the first evaluation in the field and as results in the analysis of variance found significant differences among provenances for each of the evaluated variables except for survival where no effect was found, the sources 25 and 26 were the best with 100% survival in the trial., the sources 21 and 23 which stand for the variable diameter 0.30 m, the variable diameter and 1.30 m respectively for the variable total height the best was the source 21, while for the variable crown diameter was the best source 15.

Key words: *Eucalyptus pellita* F. Muell, provenance testing, breeding, commercial forest plantations, Huimanguillo Tabasco.

I INTRODUCCIÓN

La silvicultura debe cumplir dos objetivos básicos de la gestión forestal actual, mantenimiento de la diversidad de los bosques naturales para la conservación y la utilización de los recursos genéticos, y mejoramiento genético en las plantaciones forestales (Martínez *et al.*, 2006).

El establecimiento de las plantaciones forestales mejoradas genéticamente, conjuntamente con la aplicación de técnicas silviculturales para alcanzar el máximo potencial del crecimiento de las especies forestales, han generado como resultado un considerable aumento en la producción de madera (Camcore, 2009).

Se estima que en el mundo existen alrededor de 100 millones de hectáreas de plantaciones forestales comerciales, de las cuales la mitad son de crecimiento medio y bajo, y el resto de crecimiento medio y alto. Asimismo, alrededor del 65% de las plantaciones son de coníferas y el 35% de especies latifoliadas. Las principales plantaciones comerciales de coníferas se localizan en Estados Unidos, Brasil, Chile y Nueva Zelanda, mientras que las plantaciones de latifoliadas, principalmente de eucalipto, se ubican en Brasil y Sudáfrica (Noguéz, 2004).

Las plantaciones forestales comerciales tienen como principal objetivo la producción de bienes para la sociedad, así como influir positivamente en la calidad de vida del ser humano, ayudando a aliviar las presiones que la misma sociedad ejerce sobre los recursos naturales, que cada vez más están siendo reservados para la conservación de la biodiversidad y la regulación de otros recursos como el suelo y el agua (Zarate, 2010).

La ubicación geográfica de México, su diversidad climática, de suelos, de condiciones fisiográficas y ecológicas, promueven una gran diversidad de condiciones para el establecimiento de plantaciones forestales (López y Musálem, 2007). En este sentido Ceccon y Martínez (1999), consideran que la actividad forestal, genera grandes beneficios económicos para el país, por poseer las condiciones ambientales favorables para esta actividad. Sin embargo, destacan que, para que los beneficios económicos se obtengan sin generar impactos

negativos en el ámbito social y ambiental, es necesario elaborar una política que considere además de los intereses del sector empresarial, los problemas referentes al ambiente.

Por tal razón es necesario incluir programas de ensayos de progenies y procedencias en diferentes ambientes a lo largo de una distribución natural de la especie, encaminado a la obtención de semilla mejorada para el éxito de los programas de reforestación (Mendizábal *et al.*, 1999). A través de los ensayos de procedencia, en conjunto con el mejoramiento genético contribuye al incremento de la producción de volumen de madera por hectárea, así también genera árboles de mejor calidad genética, con mayor uniformidad, que aquellos no mejorados, lo cual ayudaran a reducir los costos de manejo y cosecha en las plantaciones (Camcore, 2008).

Por tal motivo, se destaca la importancia del presente estudio, en el que se evaluó el crecimiento inicial de 30 procedencias de eucalipto, esta información servirá para contribuir en la toma de decisiones a futuro y definir la procedencia que se utilizara para el establecimiento de masas mejor adaptadas para objetivos más concretos, el cual se caracterizará por presentar mejor aptitud, mayor rendimiento y mejores cualidades.

1.1. Objetivo e hipótesis

Objetivo general

El objetivo general es evaluar la respuesta en el crecimiento de las diferentes variables dasométricas de 30 procedencias de la especie de *Eucalyptus pellita* F.Muell, mediante un ensayo de procedencias en Huimanguillo, Tabasco, México.

Objetivo específico

El objetivo específico es evaluar el crecimiento inicial de las variables (sobrevivencia, diámetro a 0.30, diámetro a 1.30 m, altura total, diámetro de copa) a un año de establecido el ensayo de procedencias de *Eucalyptus pellita* F.Muell.

Hipótesis

Ho. El crecimiento en las diferentes variables dasométricas, es igual en las 30 procedencias de *Eucalyptus pellita* F.Muell.

Ha. El crecimiento en las diferentes variables dasométricas, es diferente en al menos una procedencias de las 30 evaluadas.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción de la especie

2.1.1 Taxonomía

Eucalyptus pellita F.Muell (*E. pellita*). Large fruited red mahogany, nombre vulgar en Australia. Es una especie arbórea perteneciente a la familia de las Mirtáceas, es una de las 300 especies de Eucalipto que actualmente se conocen (FAO, 1981).

Es una de las especies tropicales más populares en las plantaciones de árboles de eucalipto, hay más de 700 variedades de eucalipto, de las cuales la mayoría son provenientes de Australia (Dombro, 2010).

2.1.2 Distribución

Esta especie es endémica del continente australiano. En islas muy cercanas, esta especie tiene dos áreas de presencia muy distanciadas; península del Cabo York, Queensland a una latitud de 12-18 ° S y cercanías de la isla Fraser, Queensland; al sur de la bahía de Bateman, Nueva Gales del sur a una latitud de 27-36 ° S (FAO, 1981). Se encuentra en forma de bosques abiertos esclerófilos, en zonas de altas pendientes en los márgenes de ríos se desarrolla muy bien en ambientes húmedos y sub húmedos (Xiomara y Jaramillo, 2007) y es resistente a plagas y enfermedades comunes (Dombro, 2010). Es una especie resistente a las heladas, lo que la hace una especie de una alta y rápida adaptabilidad a ambientes contrastantes (Xiomara y Jaramillo 2007).

Harwood *et al.* (1997) reportan 11 localidades de distribución natural de la especie de *E.pellita* en Australia y Papúa Nueva Guinea, la cual se muestra en la (Figura 1).

2.1.3 Descripción

En su centro de origen *E. pellita* se encuentra hasta los 800 msnm con precipitaciones de 900-2400 mm muy uniformes en verano, las temperaturas máximas del mes más cálido son de 24-33°C y la mínima del mes más frío van de 12-16°C; esta especie arbórea llega a alcanzar una altura máxima de 47 m, posee buen tronco con una copa fuertemente ramificada; la corteza que presenta es fibrosa corta, áspera hasta en las ramas pequeñas; las hojas juveniles, son opuestas y luego subopuestas, pecioladas y lanceoladas, mientras que las hojas adultas, presentan formación alterna, pero a veces retornan a subopuestas, pecioladas, en ocasiones presentan ligeramente falciformes; llega a tener 69 semillas viables por gramo (FAO, 1981).

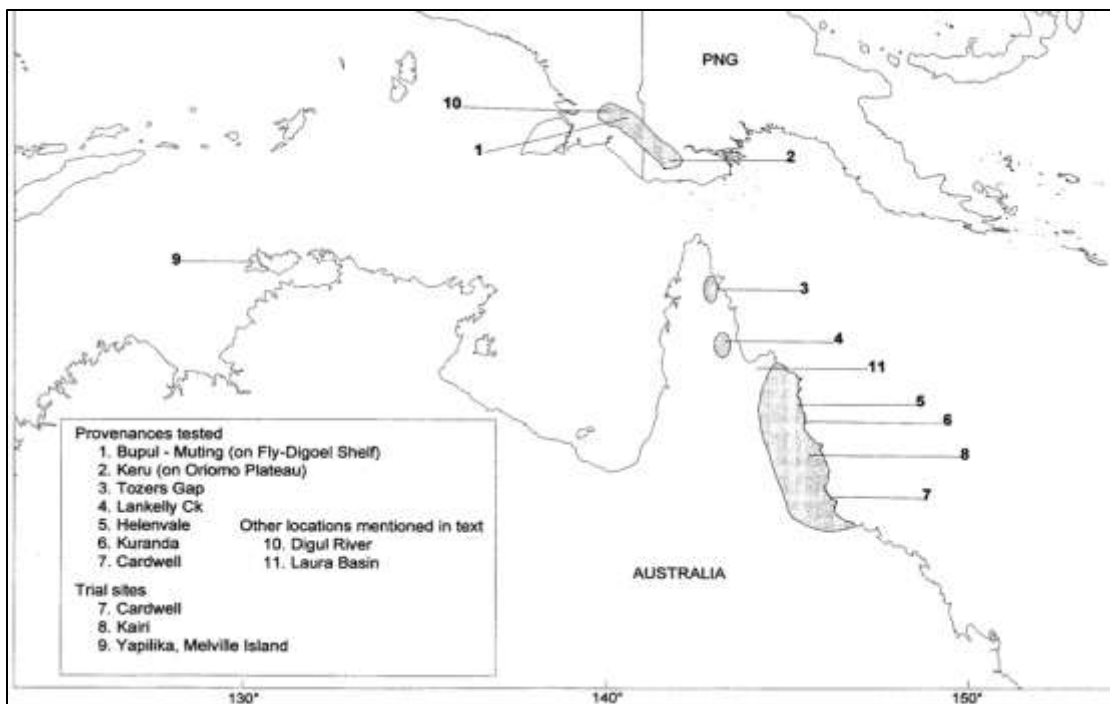


Figura 1. Distribución natural de *E. pellita* F. Muell Tomado de Harwood *et al.*, 1997.

En contraparte Ugalde (1997) menciona que esta especie puede alcanzar una altura que va desde los 20 a 25 m, aunque en condiciones favorables excede los 35 m. Así mismo, menciona que en las mejores condiciones el fuste crece recto hasta la mitad de la altura total del árbol y posee una copa ancha y muy

ramificada; su requerimiento ambiental en cuanto a los tipos de suelos fluctúa entre podsoles arenosos poco profundos derivados de areniscas y suelos francos profundos.

E.pellita puede alcanzar 1.40 metros de diámetro. Una de las ventajas más importantes, es que es tolerante a suelos pobres e infértiles, por consiguiente el árbol crecerá en la arena y suelos rocosos en las crestas y en las zonas bajas, siempre y cuando estén bien drenados (Dombro, 2010).

2.1.4 Características de la madera de *E. pellita*

Posee una madera de color roja o rojo oscura, moderadamente pesada, fuerte y durable; adquiere una densidad de 990 kg/m^3 , la cual tiene una amplia variedad en el empleo para la vivienda y en la construcción pesada (FAO, 1981). En este sentido, Dombro (2010) destaca que esta madera es fácil de trabajar, se utiliza con fines decorativos y para hacer muebles finos, como madera aserrada se utiliza para la construcción, revestimientos, recubrimientos interiores y exteriores, carpintería y muros de contención, construcción de puentes, traviesas de ferrocarril, postes pilotes, construcción de barcos, y fabricación de tableros contrachapados

Dombro (2010) reporta que esta especie tiene un crecimiento promedio de 2 metros en los primero 12 meses, tiene una tasa de producción promedio de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$; sin embargo mediante un buen manejo puede llegar a alcanzar una tasa de producción superior a los 50 o incluso $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$; la madera a los 8 años puede ser utilizada para pulpa y papel, y después de los 10 años para aserrío.

2.2 El mejoramiento genético forestal

Zobel y Talbert (1988) mencionan que el mejoramiento genético forestal es cuando se combina la genética, con otras actividades del bosque, como la preparación, siveicultura o fertilización del lugar, para mejorar los rendimientos totales y la calidad de los productos de los terrenos forestales.

El mejoramiento genético tiene por objetivo el aumento de la productividad de las plantaciones forestales a través de la producción de germoplasma genéticamente superior, mediante la producción de semillas o clones de individuos mejorados; esto, para mejorar las características del arbolado como el crecimiento, forma, calidad de madera, entre otros, que condicionan la calidad de los productos con respecto de las comúnmente utilizadas (Martin y Harrand, 1999; Verdugo, 2011).

Gutiérrez (2003) destaca que los programas de mejoramiento genético forestal, son una actividad que permanentemente puede agregar valor a los cultivos y mejorar su productividad, están orientados a restituir la variabilidad y mejorar la capacidad productiva de las principales especies de los bosques; con ello busca conjugar los aspectos de conservación, con los de uso productivo sustentable del recurso.

En este sentido, Camcore (2008) hace notar que la mayor contribución del mejoramiento genético forestal, es que, a través de este se produce el incremento en la producción de volumen de madera por hectárea en las plantaciones forestales, reduciendo el costo de producción por metro cubico o tonelada de madera en pie.

Para que un programa de mejoramiento genético forestal sea exitoso se debe de considerar dos aspectos importantes; el primero es, la obtención inmediata de los productos deseados tan rápido y eficientemente sea posible; y el segundo aspecto, es obtener una amplia base genética esencial para darle continuidad al progreso del programa para futuras generaciones (Zobel y Talbert, 1988).

De igual manera Zobel y Talbert (1988) sugieren que todos los programas de mejoramiento genético forestal debe contener las siguientes etapas: la determinación de la especie o fuentes geográficas dentro de una especie que deben utilizarse en determinada área; cantidad, tipo y causas de la variabilidad dentro de la especie; agrupamiento de las cualidades deseadas en individuos mejorados, para obtener arboles con combinaciones de las características deseadas; producción a gran escala de los individuos mejorados con fines de reforestación; desarrollo y mantenimiento de una población con una base genética lo bastante amplia para satisfacer las necesidades de las generaciones avanzadas.

Por otra parte, Camcore (2008) sugiere que para lograr el éxito del mejoramiento genético forestal, se deben considerar los tres elementos básicos que fundamentan la sostenibilidad: ambiente, sociedad y economía.

2.2.1 Importancia de los ensayos de procedencia

Zobel y Talbert (1988) mencionan que los ensayos de especies y procedencias consisten en probar la adaptabilidad que presenta una especie exótica o nativa o procedencia en un lugar determinado, para detectar aquella que sea la más productiva en la región y recomendarla para la reforestación; posteriormente utilizando técnicas como selección, cruzamiento y pruebas de descendencia en los árboles, se puede lograr mejorar la calidad de los bosques.

Por otra parte Verdugo (2011) menciona que la justificación económica de estos ensayos se basa en el aspecto biológico, ecológico y genético. Dentro de cada especie existen razas, variedades, formas, etc. como respuesta a las diferentes condiciones ambientales, todos estos aspectos permiten decidir que especie y/o procedencia son las adecuadas para cada sitio. Al mismo tiempo la evaluación de las procedencias y progenie permite construir el conocimiento con respecto al tamaño de los sitios, si se distribuyen pruebas genéticas en diferentes

exposiciones y niveles altitudinales dentro del rango de distribución natural de la especie (Alba *et al.*, 2002).

En México se han iniciado programas de ensayos de especies forestales económicamente importantes, junto con sus respectivas procedencias y progenies, cuyo objeto práctico es, que a través de dichos ensayos se identifiquen las especies y *procedencias* cuyas germoplasma den lugar a bosques bien adaptados y productivos (Alba *et al.*, 2005).

2.3 Plantaciones forestales

El Centro de Genética Forestal A.C. (1989) hace mención que todas las plantaciones forestales se pueden clasificar en cuatro grupos, estos de acuerdo a su objetivo final:

Comerciales o industriales (aserrío, celulosa, tableros, fibras, leña, árboles de navidad, artesanal y producción de semillas selecta).

Protectoras (cuencas hidrográficas, cortinas rompe vientos, fijación de dunas, cercas vivas y recuperación de suelo).

Ornamentales (parques, jardines, campos deportivos y arquitectura de paisaje).

Experimentales (pruebas de progenie, ensayos de procedencia, estudios de heredabilidad, jardines botánicos, bancos clónales y huertos semilleros).

Para llevar a cabo una plantación la primera recomendación es plantar especies locales, en virtud de su rendimiento y calidad, cuando las especies nativas muestran bajo rendimiento, lo recomendable es plantar especies exóticas que son aquellas especies que crecen fuera de su hábitat natural.

Las ventajas que pueden tener las especies exóticas es que producen madera de la calidad requerida, próspera bien en su nuevo hábitat, próspera mayor volumen en plantación que en bosque natural, tienen hábitos de crecimiento flexibles, lo cual permite aprovechar los periodos de crecimiento al máximo y tiene un

crecimiento muy rápido (Centro de Genética Forestal A.C ,1989). En contraparte, las desventajas que presenta son el fracaso postergado debido a que la supervivencia y la tasa de crecimiento son buenas, pero la madera no es aprovechable, sufren ataques de plagas, y su crecimiento se puede ver afectado a un déficit o ausencia de micorrizas (Zobel y Talbert 1988).

2.3.1 Importancia de las Plantaciones forestales

Martínez (2005) menciona que debido al complejo tejido social, económico y político que genera el crecimiento poblacional, ha creado sobre el recurso forestal una gran presión, que ha generado destrucción, deterioro de la calidad del ambiente y baja calidad de los productos forestales, lo cual ha destacado la importancia de la creación de las plantaciones forestales comerciales. De igual forma destaca que estas anteriormente fueron encaminadas para sustituir los casos de falla de regeneración de los bosques naturales, y para restaurar algunas áreas afectadas por daños ocasionadas por el hombre o accidentes naturales; y que actualmente son una alternativa de producción intensiva más controlada en cuanto a la uniformidad de sus productos y la mayor productividad por unidad de superficie.

En este sentido la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003) (LGDFS, 2003), define a una plantación forestal comercial como el establecimiento, cultivo y manejo de vegetación forestal en terrenos temporalmente forestales o preferentemente forestales, cuyo objetivo principal es la producción de materias primas forestales destinadas a su industrialización y/o comercialización.

De acuerdo a estadísticas reportadas por la FAO (2006), estima que para el año 2040 la tendencia mundial de las fuentes de abasto de madera, dependerá de las plantaciones forestales comerciales, por lo cual, se aprovecharán 20% de bosques naturales y 80% de plantaciones forestales comerciales. De igual forma reporta que para el 2006 la proporción fue 60% de bosque natural y 40% de plantaciones y que ambos representaron únicamente el 5% de la cubierta forestal mundial.

De igual forma Cortez (2011) coincide con la FAO (2006), al aseverar que las plantaciones forestales comerciales serán consideradas las proveedoras futuras de madera y responsables del mantenimiento y restauración del medio ambiente y con ello la disminución de la presión sobre los bosques naturales.

Otro aspecto importante de una plantación forestal comercial es, que genera beneficios como la protección a bosques y a selvas naturales, la reforestación integral y la promoción del desarrollo forestal (Rojo *et al.*, 2011). Por lo tanto el establecimiento de las plantaciones forestales comerciales, permite la disminución del impacto sobre los bosques naturales, a través de la obtención del máximo de ganancias por unidad de tiempo y superficie (Rodríguez *et al.*, 2009).

Una plantación bien manejada, produce de 3 a 5 veces más, comparada con un bosque natural; por tal motivo en la actualidad las plantaciones forestales comerciales constituyen la alternativa más viable para incrementar tanto en calidad como en cantidad los diversos productos derivados del bosque, en particular leña, carbón, madera y celulosa (Centro de Genética Forestal A.C., 1989; Capó, 2001). Estas son más fáciles de manejar y tienen gran aceptación social ya que producen bosques homogéneos en cuanto a características del producto a cosechar, con grandes volúmenes de cosecha por unidad de área, bajos costos de cosecha y total aprovechamiento de la potencialidad productiva del sitio (Capó, 2001).

Actualmente en México, para el establecimiento de plantaciones forestales se ha venido desarrollando e intensificando, la aplicación de técnicas para su manejo con el objetivo de mejorar la producción forestal, impulsar la industria y con ello abastecer la demanda de materias primas forestales del país (Hernández, 2010).

2.3.2 Consideraciones legales de las plantaciones forestales en México

La FAO (2009) considera que en México, se han desarrollado las condiciones, para propiciar y mantener el uso y manejo de recurso forestal de manera

sustentable, mediante el establecido un marco legal, estructuras especializadas como la CONAFOR, se han tomado medidas políticas en base en el marco del Plan Estratégico Forestal para México 2025 y del Programa Institucional 2007-2012, y a través de programas generales y otros especiales, los cuales tienen por objeto proteger, conservar y desarrollar el recurso forestal, pero también coadyuvan con la protección, la conservación y el desarrollo de los suelos, lo cual repercute directamente en la recarga de los acuíferos.

El programa para el desarrollo de las plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN) es un programa federal que opera en las 32 entidades federativas, dicho programa otorga apoyos económicos para desarrollar plantaciones forestales con fines de comercializar o industrializar las materias primas forestales que se obtienen de tales plantaciones, sus objetivos principales son; generar beneficios económicos, sociales y ambientales además de disminuir la presión que se ha ejercido a los bosques naturales (Hernández 2010).

En este sentido la LGDFS (2003) establece que para el desarrollo plantaciones forestales comerciales se promoverá de manera primordial en terrenos temporalmente forestales y preferentemente forestales, utilizando primordialmente especies nativas que tecnológicamente y económicamente sean viables.

De igual forma específica en el artículo 85 que el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en sustitución de la vegetación primaria nativa actual de los terrenos forestales, se podrá llevar a cabo cuando se compruebe mediante estudios específicos que no se pone en riesgo la biodiversidad, o cuando se demuestre mediante estudios específicos que la vegetación nativa tenga poco valor comercial o de biodiversidad y se juzgue conveniente promover plantaciones de especies provenientes de otros lugares que se adapten a la zona e inclusive favorezca a la fauna y los bienes y servicios ambientales.

Por otra parte, parte el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en terrenos mayores a 800 hectáreas, el artículo 92 estipula que se requiere de la autorización de la Secretaría, cuando estas se pretendan realizar en terrenos

preferentemente forestales, además se requerirá que el interesado presente un programa de manejo; no así para el caso de terrenos temporalmente forestales, ni para terrenos con superficies menores o iguales a 800 ha; en los cuales sólo se requerirá de un aviso de plantación y un programa de manejo de plantación forestal simplificado, según el artículo 87 de la LGDFS (2003). El contenido de los programas de manejo forestal simplificados y los programas de manejo, están especificados en los artículos 46 y 48 del reglamento de la LGDFS respectivamente; sin que exista aún alguna Norma Oficial Mexicana para tales casos.

2.3.3 Tendencias de las plantaciones a nivel mundial

Para el año 2002, la tasa anual registrada fue de 4.5 millones de hectáreas en todo el mundo, de las cuales 89 % se encontraba en Asia y América del Sur. Se estima que de esta superficie, cerca de 3 millones de hectáreas se han desarrollado con éxito (FAO, 2002).

Así mismo, para el 2005 la superficie de plantaciones forestales a nivel mundial se encontraba distribuida el 62 % en Asia, 17% en Europa, 9 % en América del Norte y Central, 6 % en América del Sur, 4% en África y 2% en Oceanía (Cuadro 1) (FAO, 2005).

Cuadro 1. Superficie de plantaciones forestales por región a nivel mundial.

Región	Superficie de plantaciones forestales en el mundo (ha)	%
África	8,036,000	4
Asia	115,847,000	62
Europa	32,015,000	17
América del Norte y Central	17,533,000	9
Oceanía	2,848,000	2
América del Sur	10,455,000	6

En el contexto mundial, la mitad de las plantaciones forestales tiene fines industriales, un cuarto, está destinado a fines no comerciales y un cuarto a fines no especificados. Las especies de rápido crecimiento y de rotación breve más utilizadas en el contexto mundial pertenecen a los géneros de *Eucalyptus* y *Acacia*. Los pinos y otras especies de coníferas constituyen las especies útiles con rotación media, sobre todo en las zonas templadas y boreales (FAO, 2002). Lo cual se ilustra en el Cuadro 2.

Cortez (2011) afirma que a nivel mundial el 70 % de las plantaciones forestales comerciales han utilizado especies forestales de pino y eucalipto; un 15 % teca; 12 % para otras especies de hojosas; y un 3 % para especies de coníferas, lo cual se ilustra a continuación en la Figura 2.

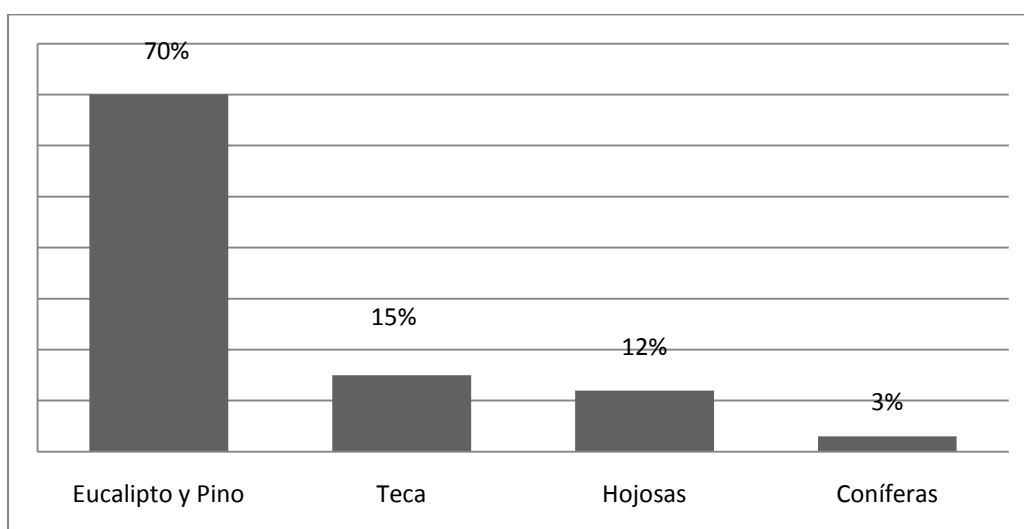


Figura 2. Gráfica de especies utilizadas en plantaciones forestales comerciales a nivel mundial (Cortez, 2011).

La FAO (2002) reporta que son diez los países en el desarrollo de las plantaciones forestales, los cuales abarcan el 79 por ciento de la superficie de las plantaciones forestales en el contexto mundial (Cuadro 3). Seis de los países que abarcan el 56 por ciento de las plantaciones forestales del mundo, se encuentran en Asia. Los diez países con mayor superficie de plantaciones son China, con el 24 %; India con el 17 %; la Federación Rusa, con el 9 %; los Estados Unidos, con el 9 %; Japón, con el 6 %; Indonesia, con el 5 %; Brasil, con el 3 %; Tailandia, con el 3 %,

Cuadro 2. Área de plantaciones por grupo de especies y por región a nivel mundial (FAO, 2002).

Región	Área total (ha x1000)	Tasa anual (ha año ⁻¹ x1000)	Área de plantaciones por grupo de especies (ha x 1000)							
			<i>Acacia</i>	<i>Eucalyptus</i>	<i>Hevea</i>	<i>Tectona</i>	Otras latifoliadas	<i>Pinus</i>	Otras coníferas	No especificadas
África	8036	194	345	1799	573	207	902	1648	578	1985
Asia	115847	3500	7964	10994	9058	5409	31556	15532	19968	15365
Europa	32015	5	-	-	-	-	15	-	-	32000
América del Norte y Centro América	17533	234	-	198	52	76	383	15440	88	1297
Oceanía	3201	50	8	33	20	7	101	73	10	2948
América del Sur	10455	509	-	4836	183	18	599	4699	98	23
Total mundial	187086	4493	8317	17860	9885	5716	33556	37391	20743	53618

Ucrania, con el 2 %; y la República Islámica de Irán, con el 1 %, tal y como se representa en el Cuadro 3 y la Figura 3.

Cuadro 3. Países con mayor superficie en el desarrollo de plantaciones forestales.

Región	Área Total (000 ha)	Representación en %
China	45083	24
India	32578	17
Federación de Rusia	17340	9
Estados Unidos	16238	9
Japón	10682	6
Indonesia	9871	5
Brasil	4982	3
Tailandia	4920	3
Ucrania	4425	2
República Islámica de Irán	2284	1
Área Total por los 10 países	148403	79 %
Aportación de otros países	38683	21 %
Total mundial	187086	100 %

Fuente: FAO (2002).

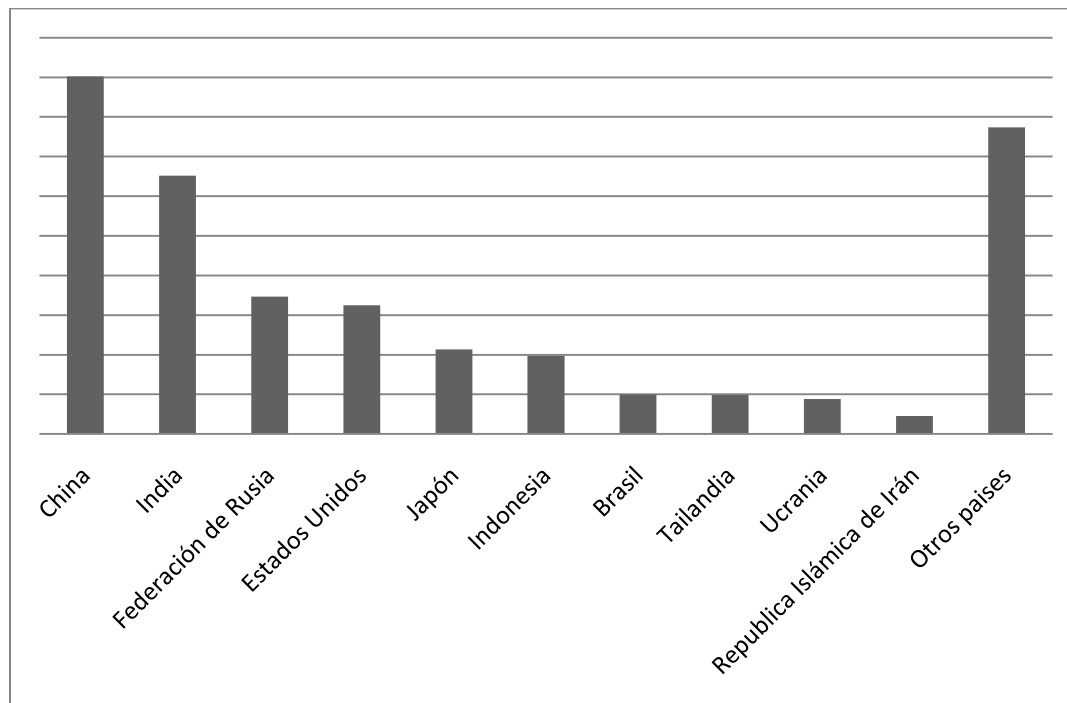


Figura 3. Gráfica de países con mayor superficie en el desarrollo en plantaciones forestales a nivel mundial. Elaborado con datos FAO (2002).

2.3.4 Plantaciones forestales comerciales en México

De acuerdo al Inventario Nacional Periódico, México cuenta con aproximadamente 22 millones de hectáreas aptas para el establecimiento de las plantaciones forestales comerciales. Pero esta actividad se ha limitado principalmente a la protección de áreas degradadas y poco son los ejemplos de poblaciones establecidas con fines comerciales. Sin embargo, debe señalarse que en la actualidad hay muchas industrias y organizaciones ligadas a la actividad forestal, están estableciendo o planean establecer plantaciones para satisfacer parte de sus necesidades de materia prima, ante la inminente escasez y alejamiento de las fuentes productoras en algunas regiones del país (Rojo *et al.*, 2011).

Las zonas tropicales localizadas en el sureste mexicano, son consideradas de gran potencial para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales comerciales, debido a su posición geográfica, la cual reciben grandes cantidades de energía solar, lo que junto con las condiciones favorables de suelo y clima que las caracterizan, permiten un crecimiento adecuado de las especies arbóreas (Martínez *et al.*, 2006). De igual forma estos autores mencionan que para el establecimiento de las plantaciones de eucalipto, la experiencia generada en otros países ha demostrado, que además de los beneficios económicos, son una alternativa eficaz para disminuir la alta tasa de deforestación de las selvas naturales y preservar nuestra biodiversidad.

Sánchez *et al.* (2006) mencionan que el programa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN) dependiente de la CONAFOR dio inicio su operación en 1997 y rediseñado en el 2001, la cual pretende el establecimiento de una superficie de 875,000 ha de plantaciones durante un periodo de 25 años. Con ello se estima alcanzar una producción anual de 18 millones de m³, lo que significaría duplicar la producción actual proveniente principalmente de bosques naturales.

El PRODEPLAN tiene como objetivo el promover las plantaciones forestales comerciales, así como contribuir a reducir los altos índices de degradación que

registra gran parte del territorio nacional, asignar eficientemente los recursos, para apoyar al mayor número posible de proyectos de plantaciones forestales comerciales que sean técnica, económica y financieramente viables, de conformidad con las disposiciones legales; y de aumentar la producción de materias primas forestales para incrementar el empleo, el ingreso y reducir el déficit comercial de productos forestales (SEMARNAT-CONAFOR, 2003)

La FAO (2009) concluye que México tiene una posición geográfica privilegiada por su cercanía con el mercado estadounidense, que es el mayor importador del mundo, y los incrementos tanto en bosque natural como en plantaciones, están considerados como altos con referencia a estándares internacionales, principalmente para especies de clima templado. La superficie de plantaciones comerciales en México aún sigue siendo relativamente pequeña. De igual forma, reporta que la superficie se ha incrementado con los años, de 39,800 ha a finales del 2000, hasta 134,640 ha a la segunda mitad del año 2009 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Superficie con plantaciones forestales comerciales en México en el periodo 1996-2009, según la FAO (2009).

Período /Año	Hectáreas
1996-2000	39,800
2001	45,500
2002	58,000
2003	73,000
2004	87,522
2009	134,640

2.4 Trabajos afines

Barros (1990), realizó un estudio sobre ensayos de procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, en la zona árida de Costa Rica, en el ensayo se incluyeron 14 procedencias obtenidas de CSIRO Australia, el ensayo se estableció bajo un

diseño de bloques al azar, con tres repeticiones, con un total de 16 plantas por parcela efectiva, la evaluación se realizó a los cuatro años, para el cual se realizó un análisis estadístico y el método de Tukey, en el cual se midieron las variables de altura total, diámetro de cuello y supervivencia. Los resultados muestran que se encontraron diferencias significativas entre procedencias, en donde la procedencia Lake Albacutya, fue la que tuvo mayor crecimiento, con una altura de 4.8 m y un diámetro de 7.1 cm. Concluye que los resultados obtenidos en este ensayo son en general coincidentes con la experiencia reunida en países de la cuenca del Mediterráneo.

Harwood *et al.* (1997) realizaron un estudio sobre crecimiento inicial y la supervivencia, en un ensayo de procedencia/familia de una plantación de *E. pellita* en una variedad de ambientes tropicales, en comparación con *E. Grandis*, *E.urophylla*, y *Acacia mangium*; las procedencias de *E.pellita* fueron de Bupul-Muting Indonesia, Lankelly Ck. Queensland y Kuranda Queensland; para la procedencia de *E.urophylla* fueron de N. Wetar Is. Indonesia y de Copperlode Dam, Queensland; mientras que para la procedencia de *Acacia mangium* fue de Oriomo River, Papua, Nueva Guinea, el ensayo se realizó en cuatro sitios, Kairi Queensland Australia, Cardwell, Queensland, Australia; Yapilika Northern Territory Australia; y Luasong, Sabah, Malaysia. La evaluación se realizó a los dos años; se midieron las variables de altura y diámetro. Los resultados a los dos años para la supervivencia oscila entre 71 % en Luasong a 96 % en el de Kairi, las diferencias entre familias dentro de procedencias fueron significativas para todos los caracteres evaluados, excepto para la supervivencia en Cardwell. *Acacia mangium* fue superado por *E.pellita* que a su vez superó a *E.grandis* y *E. urophylla* en la supervivencia. Concluyen que la procedencia de Nueva Guinea para la especie de *E.pellita* se obtiene los mejores resultados en relación con otras especies de eucalipto en ciertos ambientes tropicales de tierras bajas.

Schenone *et al.* (2002) realizaron un estudio sobre la variación genética en procedencias/progenies de polinización abierta de *Eucalyptus dunnii* Maiden, en Brasil, el ensayo de procedencia se estableció con ocho procedencias; Mandle

Beaury, Urbenville, Yabbra, Black M. Round, Beaury, Kangaroo River y en dos localidades, una en Ipatinga y la otra en Guanhaes, el diseño experimental se estableció en bloques al azar, se realizó la evaluación a los 42 meses de edad, en el cual se evaluaron las variables de diámetro normal, altura total y volumen. Los resultados obtenidos muestran que a los 42 meses se encontraron diferencias significativas entre procedencias, y que la mejor fue la procedencia de Mandle Beaury de la localidad de Ipatinga, con un diámetro promedio de 11.64 cm y una altura de 14.33 m. Concluyen que para las variables de crecimiento, los valores de interacción de progenies por sitios fueron significativos en las procedencias.

Mesén *et al.* (2007) en un estudio realizado sobre ensayos de familias de *Eucalyptus deglupta* y *Eucalyptus grandis* con fines de conversión en huertos semilleros, los ensayos fueron establecidos en el área conocido como Noche Buena, dentro de la finca experimental del CATIE, en Turrialba, Costa Rica, el cual se establecieron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con 13 bloques, se utilizaron 25 familias de *E. deglupta* y 28 familias en el caso de *E. grandis*, se realizó la evaluación del crecimiento a los 3.8 y 4.4 meses de edad respectivamente, donde se evaluaron las variables, altura total, diámetro normal y la forma de fuste. Como resultado se encontraron diferencias significativas, el cual *E. deglupta* obtuvo una altura media de 14.6 y 13.4 para *E. grandis*. Se concluye que ambas especies mostraron diferencias altamente significativas en las tres variables

Leksono *et al.* (2008) realizaron un estudio en ganancias genéticas, observadas en las semillas de la segunda regeneración de plántulas de *E.pellita* en dos localidades de Indonesia, una en Kalimantan y otra en Sumatra con 60 familias de polinización abierta, se tomaron 48-49 familias de la progenie de árboles plus, y 11-12 familias de bosque natural, los bloques semilleros fueron trazados bajo un diseño de bloques completos al azar, las familias fueron representadas por la plantación de cinco árboles en una fila, en parcelas de 10 repeticiones, se midió altura y el diámetro a los tres años de edad, mientras que la forma del tallo se evaluó mediante una puntuación subjetiva de 1-3 (1 muy torcidas; 2 ligeramente

torcidas, 3 rectas). Realizaron un análisis de varianza para obtener las diferencias entre poblaciones mejoradas y no mejoradas, los resultados obtenidos son que los beneficios obtenidos en altura y diámetro fueron aproximadamente 16 y 19 % respectivamente, estas ganancias fueron altamente significativas, sin embargo las ganancias en la forma del tronco fue más inferior (4 %) en Kalimantan en Sumatra (21%). Concluyeron que *E.pellita* ha sido eficaz en Indonesia y que deberían proporcionar semillas para el funcionamiento de una plantación y así obtener el aumento de la productividad.

Rodríguez *et al.* (2009) evaluó un ensayo de especies forestales en la zona cálida del centro de estado de Veracruz, para lo cual se utilizaron cinco especies, 164 plantas de *Gliricidia sepium* (Cocuite), 162 plantas de *Cordia dodecandra* (Cópite), 158 plantas de *Guazuma ulmifolia* (Guázamo), 155 plantas de *Diphysa robinoides* (Amarillo) y 152 plantas de *Caesalpinia cacalaco* (Tihuixtle). Se evaluó la sobrevivencia de las cinco especies, así como diámetro, altura al primer y segundo año de establecidas, como resultado se obtuvo que *Cordia dodecandra* obtuvo el 94 y 88 % de sobrevivencia en el primer y segundo año respectivamente; para la variable de diámetro, *Cordia dodecandra* obtuvo los valores más altos en los dos años; para la altura *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Cordia dodecandra* presentaron los mayores crecimiento en el primer año, pero en el segundo *Cordia dodecandra* supero a los primeras. Concluyeron que todas las especies mostraron diferencias significativas entre plantas e hileras presentado mayor variación *Cordia dodecandra*, además mencionan que esto permitirá planear hacia el futuro estudios de variación para dar inicio a trabajos de mejoramiento genético.

Por otra parte Verdugo (2011) realizó un estudio de sobrevivencia y crecimiento de 20 procedencias de *Acacia mangium Wild* en Huimanguillo, Tabasco. Se establecieron dos ensayos de procedencia con un diseño de bloques completos al azar, el cual para el sitio uno se utilizaron 20 procedencias y para el sitio dos 18 procedencias. Se realizó la evaluación correspondiente a los 13 meses de edad, en la cual se evaluaron las siguientes variables, altura total, diámetro normal, calidad de la primera troza, sinuosidad y bifurcación. Se encontraron diferencias

altamente significativas entre sitio, el sitio numero dos fue mejor en altura total, calidad de la primera troza, sinuosidad, bifurcación y que solamente en diámetro el sitio1 fue mejor. También se realizó un análisis de varianza entre procedencias el cual arrojó diferencias altamente significativas, siendo las procedencias 5 y 4 las que destacan entre crecimiento y calidad. Concluyeron que las procedencias 5 y 4 presentaron mayor estabilidad en crecimiento y calidad, ya que están presentes como las mejores procedencias en las variables de crecimiento y calidad en ambos sitios.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del sitio

El ensayo de procedencias de la especie *E. pellita*, se estableció el 29 de septiembre del 2010 en el Rancho Mene-Mene, Huimanguillo, Tabasco propiedad de la empresa Agropical S.A de C.V. Todo el material utilizado para esta investigación fue adquirido por la misma empresa; el establecimiento fue supervisado y coordinado por el Ing. José Pablo Gamboa Zúñiga.

3.2 Localización

Esta área se localiza a 38 km al oeste de la cabecera Municipal, en la colonia Unidad Modelo, Sabana Larga, Huimanguillo Tabasco (Figura 4).

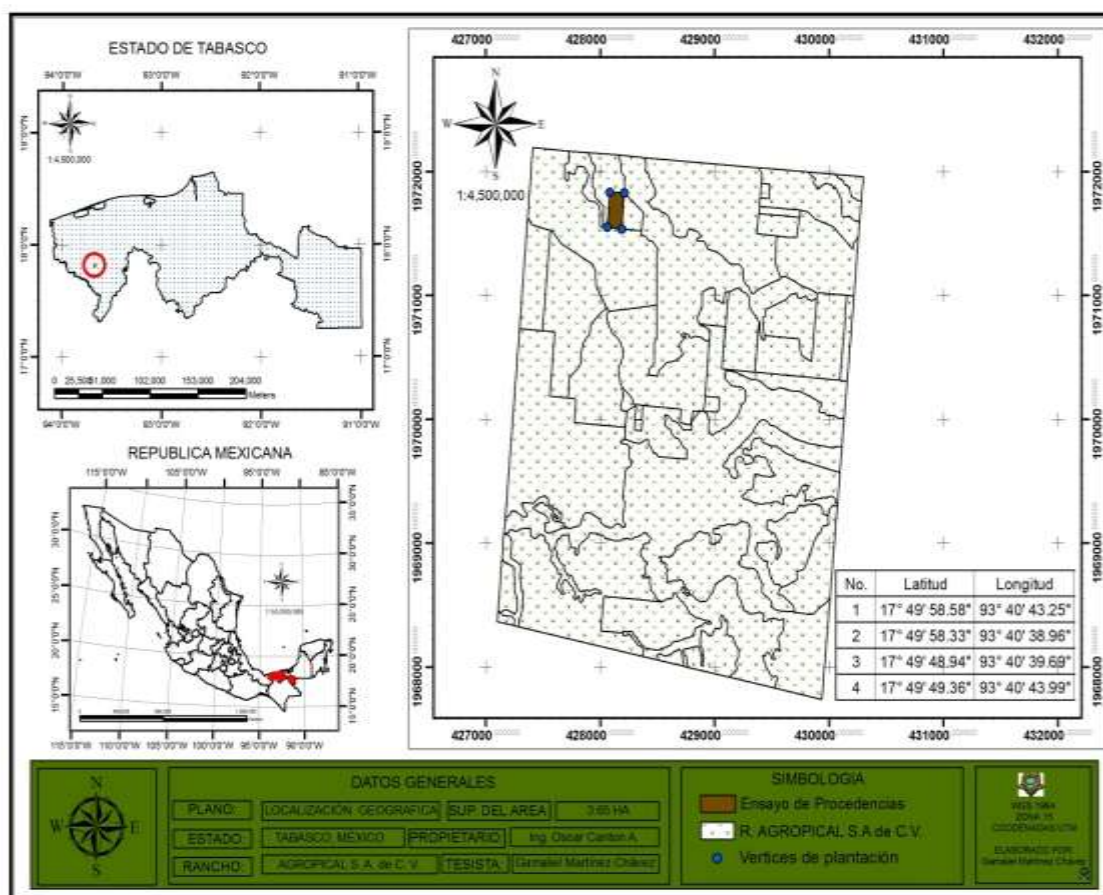


Figura 4. Ubicación geográfica del área de estudio.

3.3 Ubicación

El ensayo de procedencias de *E.pellita*, se encuentra a una altitud promedio de 30 metros sobre el nivel del mar, entre las coordenadas geográficas 17°49'58.58"N y 93°40'43.25" W ubicado en el Rancho Mene-Mene, municipio de Huimanguillo, Tabasco perteneciente a la empresa Agropical S.A de C.V.

3.4 Clima

De acuerdo a la clasificación de E. García-CONABIO (1998), el tipo de clima al cual pertenece el sitio experimental del ensayo de procedencias de *E. pellita* es del tipo AM(f). Se describe como clima tropical cálido húmedo; temperatura media anual mayor a 22° C y temperatura del mes más frío mayor de 18 ° C. Este tipo de clima, presenta lluvias intensas de verano; precipitación del mes más seco inferior a los 60 mm; por ciento de lluvia invernal mayor de 10.2, la precipitación media anual es de 2290 mm (Figura 5).

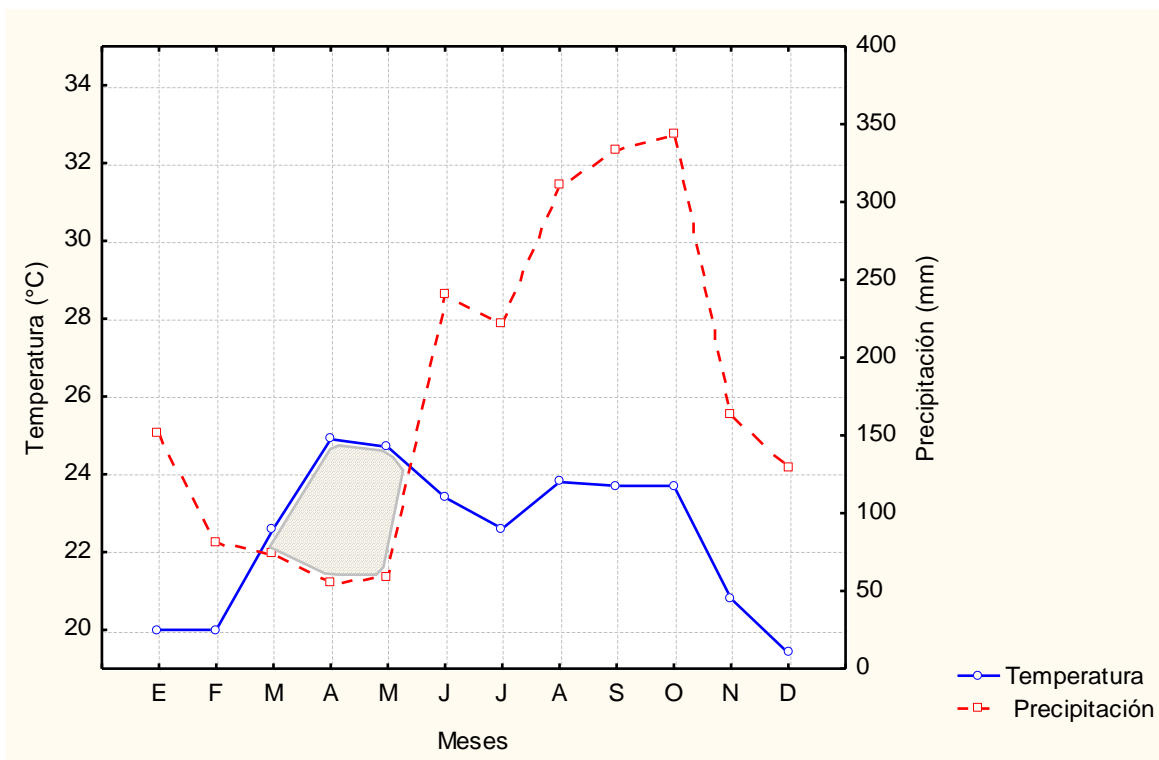


Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Huimanguillo, Tabasco, México

3.5 Suelo

De acuerdo al INIFAP-CONABIO (1995), el tipo de suelo que presenta el área experimental del ensayo de procedencias de *E.pellita* es de tipo (Ah), correspondiente a un Acrisol húmico, estos tipos de suelo se encuentran en zonas tropicales o templadas muy lluviosas, las cuales se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo, textura media. Están ubicados en la porción central de la entidad, dentro de la Sierra Madre Occidental y Noroeste y Centro del Eje Neo volcánico, bajo la influencia de climas cálido húmedo y semicálido subhúmedo.

3.6 Vegetación

La vegetación que se desarrolla en esta zona es selva alta perennifolia, el cual se caracteriza por presentar el tipo mejor desarrollado, el más exuberante y rico en especies de todos los tipos de vegetación. La estratificación de los árboles en esta vegetación está bien definida en tres estratos arbóreos, el inferior localizado entre los 5 y 12 m, el medio entre los 13 ó 24 m y el superior entre los 20 y 40 (Pennigton y Sarukhán, 2005)

Las especies que caracterizan este tipo de vegetación son *Terminalia amazonia*, *Dialium guianense*, *Vochysia guatemalensis*, *Guatteria anómala*, *Talauma mexicana*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Brosimum alicastrum*, *Pouteria campechiana*, *Licania platypus*, *Swietenia macrophylla*, *Manilkara zapota* y *Albizia leucocalix*, en el estratto superior y *Blepharidium mexicanum*, *Ampelocera hottleri*, *Cymbopetalum baillonii*, *Sinamarouba glauca*, *Poulsenia armata*, entre otras en el estrato medio. La selva alta perenifolia está distribuida en México en las vertientes del Golfo desde la intersección de los estados de Puebla, Oaxaca y Veracruz y se prolonga en el estado de Chiapas y en los límites de Tabasco con Guatemala, también se presenta un área aislada en la zona de los Tuxtlas, Veracruz (Pennigton y Sarukhán, 2005).

Actualmente se observa y se especifica que para el área de estudio y el área perteneciente a la empresa ya no existe la presencia de dicha vegetación, solo predomina la existencia de acahuales, en toda el área.

3.7 Hidrología superficial

El Rio principal es el Rio Tonalá, el cual nace en las faldas occidentales del Cerro Mono pelado y sirve de límite entre Tabasco y Veracruz, además de que forma parte de la cuenca Coatzacoalcos y de la subcuenca Laguna del Carmen.

3.8 Procedencias utilizadas

La empresa Agropical S.A de C.V. realizó la compra de semillas de la especie *E.pellita* provenientes del banco de semillas The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), el cual se encuentra ubicado en Australia. Se adquirieron semillas de 30 procedencias de esta especie debidamente etiquetadas. En el Cuadro 5 se especifican los datos de las coordenadas del área donde se colectaron y la localidad a la cual pertenece. Así mismo en la Figura 5 se ilustran las localidades de Australia de donde se encuentra distribuida de forma natural la especie de *E.pellita*, dichas localidades fueron de donde se colectaron las 30 procedencias, el cual son utilizadas para el presente estudio.

3.9 Germinación de las plantas

Para llevar a cabo este proceso, la empresa realizó un semillero, en el cual se pusieron a germinar las semillas debidamente identificadas por procedencias, a los 5 días, se dio inicio con el repique a tubetes de 100 cc, el cual se les dio un manejo con riego, fertilización y control de plagas, esta actividad se llevó a cabo para todas las procedencias, de igual forma se aplicó un riego una noche antes de

la plantación y se verificó que los códigos de identificación estuvieran en orden, evitando que se mezclaran las procedencias.

3.10 Establecimiento del ensayo

Para realizar la preparación de terreno, la empresa Agropical contrató los servicios de maquinaria de tipo agrícola, con la cual se realizó la actividad de dos pasos de rastra, que consistió en remover la tierra, así también se realizó la aplicación de cal agrícola en una cantidad de 2 toneladas por hectárea, esto con la finalidad de neutralizar el pH del suelo. La plantación se realizó de forma manual, que consistió en utilizar una estaca, con la cual se abrió un orificio de 5 cm de diámetro por 20 cm de profundidad. Se realizaron tres aplicaciones de fertilizante, de forma manual, la primera aplicación consistió en una dosis de 50 g de una mezcla física N-P-K, esta se aplicó al mes de plantado; en la segunda aplicación se utilizó una dosis de 100 g de una mezcla física N-P-K, la cual se aplicó a los 5 meses de plantado; y en la tercera aplicación se utilizó una dosis de 120 g de una mezcla física N-P-K, la cual se aplicó en el mes de julio, a los 10 meses de plantado.

3.11 Diseño experimental

El ensayo de procedencias se estableció el 29 de septiembre del 2010, con un diseño experimental de bloques al azar, con 30 procedencias (tratamientos) y tres bloques (repeticiones), cada parcela contó con 36 árboles, filas de (6 x 6) incluidas las franjas para proteger sobre el efecto de orilla; para fines de esta evaluación, solo se midió la parcela efectiva, eliminando las franjas, midiendo por lo tanto un total de 16 árboles por parcela (filas de 4 x 4), la plantación se estableció bajo el diseño de marco real, con un distanciamiento de 3 x 3 (Figura 7).

Cuadro 5. Procedencia y su ubicación geográfica de la especie *E. pellita* adquiridas en el banco de germoplasma CSIRO de Australia.

Clave	Procedencia	Latitud Sur	Longitud Este	Altitud (msnm)
Ep-01	BLOOMFIELD/DAINTREE	16°04	145°19	200
Ep-02	SW CAIRNS	16°58	145°40	450
Ep-03	NW CURANDA	16°39	145°33	440
Ep-04	LANKELLY CREEK	13°53	143°16	500
Ep-05	TOZGRS GAP	12°44	143°12	100
Ep-06	NW INGHAW	18°36	146°08	15
Ep-07	SE CARWELL	18°21	146°04	15
Ep-08	EL ARISH	17°50	146°03	50
Ep-09	MT TOZER	12°45	143°12	450
Ep-10	NW INGHAM	18°36	146°08	15
Ep-11	CARDWELL KENNEDY	18°15	145°55	30
Ep-12	JULATTEN	16°37	145°28	425
Ep-13	MOSSMAN	16°26	145°24	7
Ep-14	DAINTREE	16°15	145°21	25
Ep-15	WONGA-DAINTREE	16°16	145°22	15
Ep-16	N KURANDA	16°38	145°28	420
Ep-17	KIRRAMA RANGE	18°12	145°46	560
Ep-18	HELENVALE	15°49	145°14	220
Ep-19	ABERGOWRIE	18°25	145°57	50
Ep-20	MERU WP	08°27	141°28	40
Ep-21	SSO DANBULLA 2ND GEN	17°14	145°37	700
Ep-22	SSO QLD 2ND GEN	*NP	*NP	*NP
Ep-23	W OF HOPEVALE	15°14	144°59	282
Ep-24	CONN LOGGING AREA SOUTH CARDWELL	18°26	146°08	40
Ep-25	SW OF TULLY	17°58	145°43	53
Ep-26	HELENVALE	15°49	145°14	240
Ep-27	N OF KURANDA	16°44	145°35	425
Ep-28	CREB TRACK N OF DAINTREE	16°06	145°19	220
Ep-29	SSO CHINA	*NP	*NP	*NP
Ep-30	SSO INGHAM	18°41	146°08	16

Fuente: Elaborado con datos del CSIRO, Australia.

*NP= No presenta información.

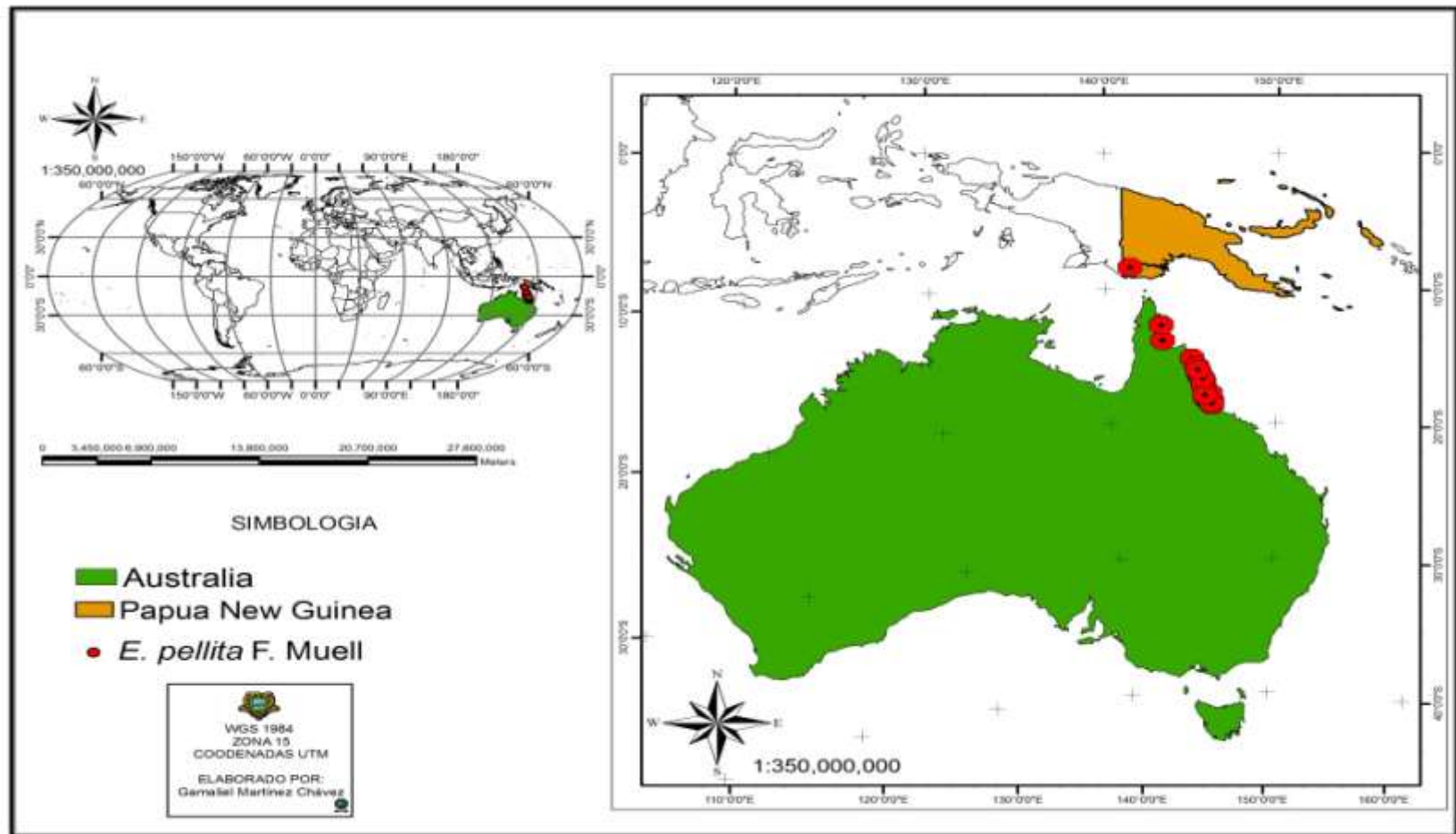


Figura 6. Ubicación geográfica de las procedencias utilizadas en el estudio de evaluación inicial del crecimiento de 30 procedencias de *Eucalyptus pellita* F. Muell, en Huimanguillo, Tabasco.

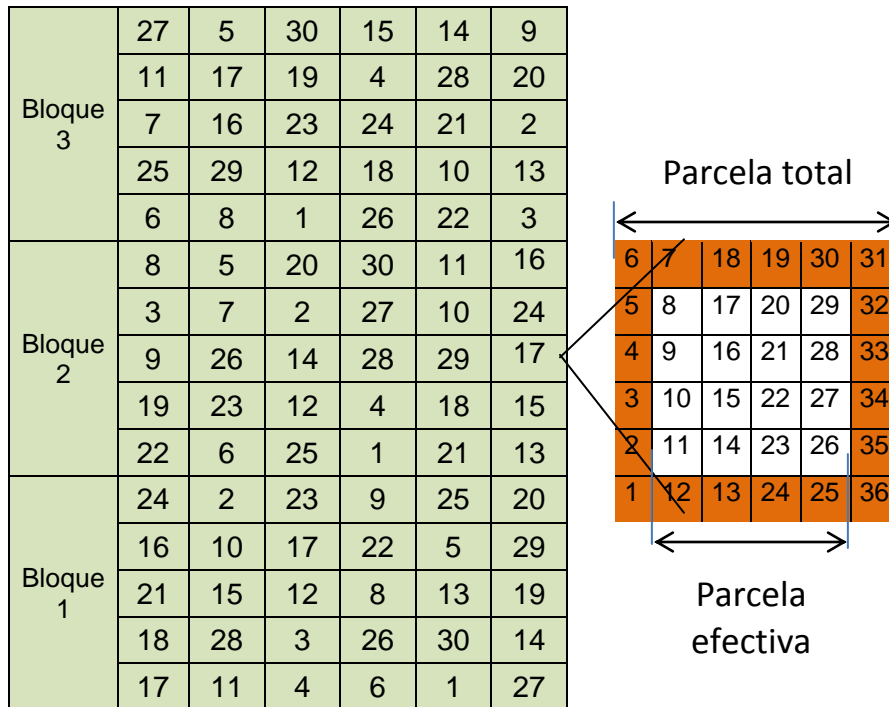


Figura 7. Distribución de procedencias de *E. pellita* en el sitio experimental.

3.12 Variables a evaluar

El ensayo experimental que se evaluó, tiene un año de establecido, por tal razón esta es la primera evaluación que se realiza, ya que no se hizo ninguna medición previa al establecimiento de las misma; sin embargo, se consideró la selección de material homogéneo en altura y de buen vigor para llevar a cabo la plantación. Las variables a evaluar son las siguientes:

Sobrevivencia. Se cuantificó el número de individuos vivos por parcela efectiva, esto se llevó a cabo mediante un conteo visual.

Diámetro normal. Para medir esta variable se utilizó un vernier, el cual está graduado en mm y permite hacer mediciones más precisas. Se midió el diámetro de cada árbol a 1.30 m sobre el nivel del suelo. No se presentó problemas por pendiente, debido a que el terreno es plano.

Diámetro a la base. Esta variable al igual que el diámetro normal se midió con el vernier, la altura a la que se realizó la medición es 0.30 m, se midieron todos los árboles de la parcela efectiva.

Altura total. Con la ayuda de un estadal topográfico se midió la altura total de los árboles, esta herramienta es muy útil ya que esta graduada en metros, centímetros, milímetros, esto permite obtener mayor precisión. La altura total se consideró desde la base del árbol, hasta el ápice o parte final del árbol, de esta forma se realizó la medición de esta variable para cada uno de los árboles de la parcela efectiva.

Diámetro de copa. Con la ayuda de una cinta métrica de 10 m de longitud, se midió el diámetro de la copa mediante la proyección de la sombra de la copa del árbol, para lo cual se tomaron dos medidas, estas en forma de cruz, de Norte a Sur, y de Este a Oeste, posteriormente se promediaran los valores de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$DC = \frac{D1 + D2}{2}$$

Dónde:

DC Diámetro de copa

D1. Diámetro de copa N-S

D2. Diámetro de copa E-O

3.13 Evaluación del ensayo

El ensayo de procedencias se encuentra establecido bajo un diseño de bloques al azar, con 30 procedencias (tratamientos) y tres bloques (repeticiones), cada procedencia se considera como una parcela, la cual está conformada por 36 árboles, de las cuales sólo se evaluarán 16, los que constituyen la parcela efectiva. A cada árbol se le realizaron las mediciones de las variables anteriormente mencionadas.

3.14 Análisis estadístico

Los datos se analizaron bajo un diseño de bloques al azar, debido a que el ensayo de procedencias, está establecido bajo este diseño, el modelo estadístico para este diseño es el siguiente.

El modelo de bloques al azar de acuerdo a Steel y Torrie (1988).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, t$

$j = 1, 2, \dots, b$

En donde:

μ = Es la media global de los tratamientos

T_i = Es el efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = Es el efecto de j -ésimo bloque

ε_{ij} = Es el error del experimento en la unidad j del tratamiento i .

Con este modelo estadístico se realizó un análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas, en el cual los tratamientos corresponden a las diferentes procedencias de la especie (30 tratamientos) y las repeticiones son cada uno de los bloques (tres bloques), el análisis de varianza se corrió a través del programa de StarSoft STATISTICA 7, se estableció un nivel de significancia de $\alpha=0.05$; una vez realizado este, si presentó significancia entre los tratamientos, se procedió a realizar un análisis de comparación de medias, a través de la prueba de Tukey con un nivel de $\alpha=0.05$, la cual indica los grupos de medias que estadísticamente son iguales, así como aquellas que son estadísticamente diferentes. Este análisis se realizó para cada una de las variables evaluadas

Adicionalmente, para la variable sobrevivencia fue necesario realizar la transformación de la proporción de árboles vivos en cada parcela efectiva de medición. Se aplicó raíz cuadrada a dicha proporción antes de realizar el análisis de la varianza.

IV RESULTADO Y DISCUSIÓN

Sobrevivencia

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 1), se encontró que para esta variable no existen diferencias significativas entre procedencias ($p=0.480484$); de la misma forma para bloques no se encontró efecto ($p=0.607544$).

En la Figura 8 se observa que las procedencias que no registraron mortalidad fueron la 25 y 26, mientras que las que presentaron la mayor mortalidad fueron las procedencias 4 y 8, con un 85 %.

En relación a esto, en un estudio realizado por Gonzales y López (2006), en el que se evaluó el crecimiento y sobrevivencia de cinco especies forestales, encontraron que a los 18 meses, la mejor especie que mayor sobrevivencia presentó, fue la de *Eucalyptus camaldulensis* con un 100 %; mientras que en Huimanguillo hay procedencias que registran el 100 % (25 y 26) a un año de establecido el ensayo

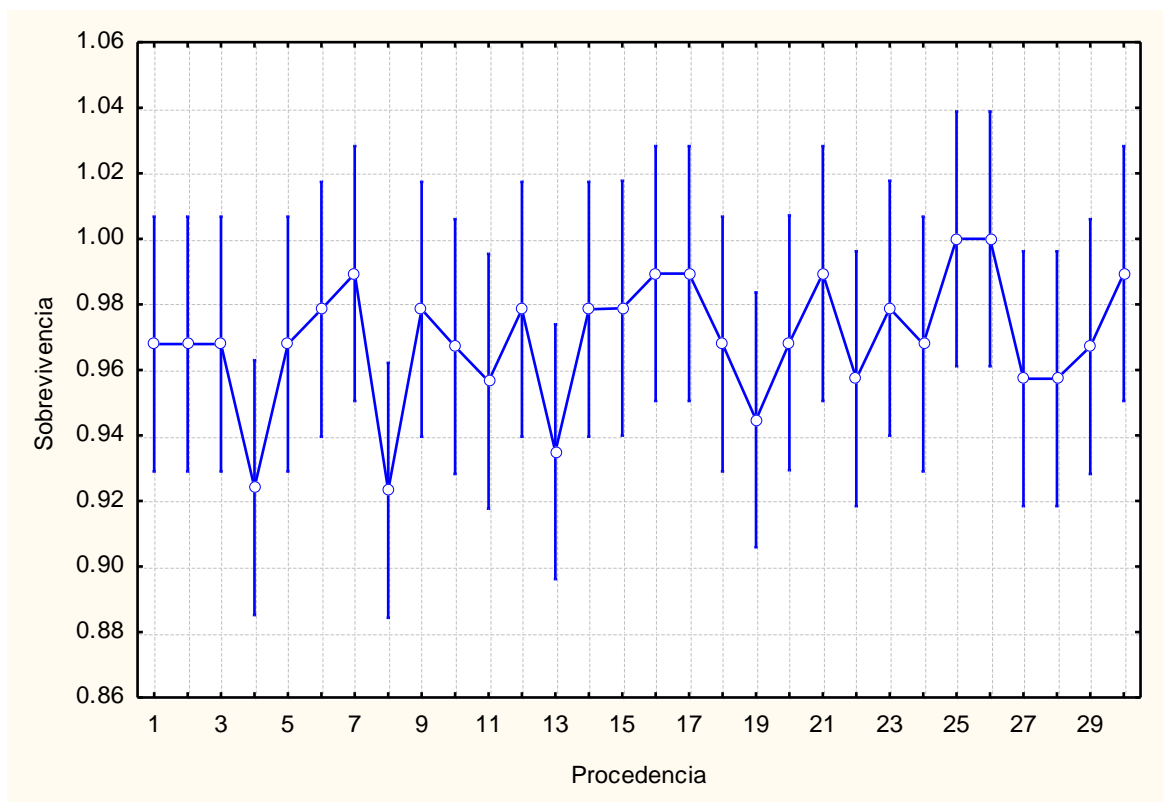
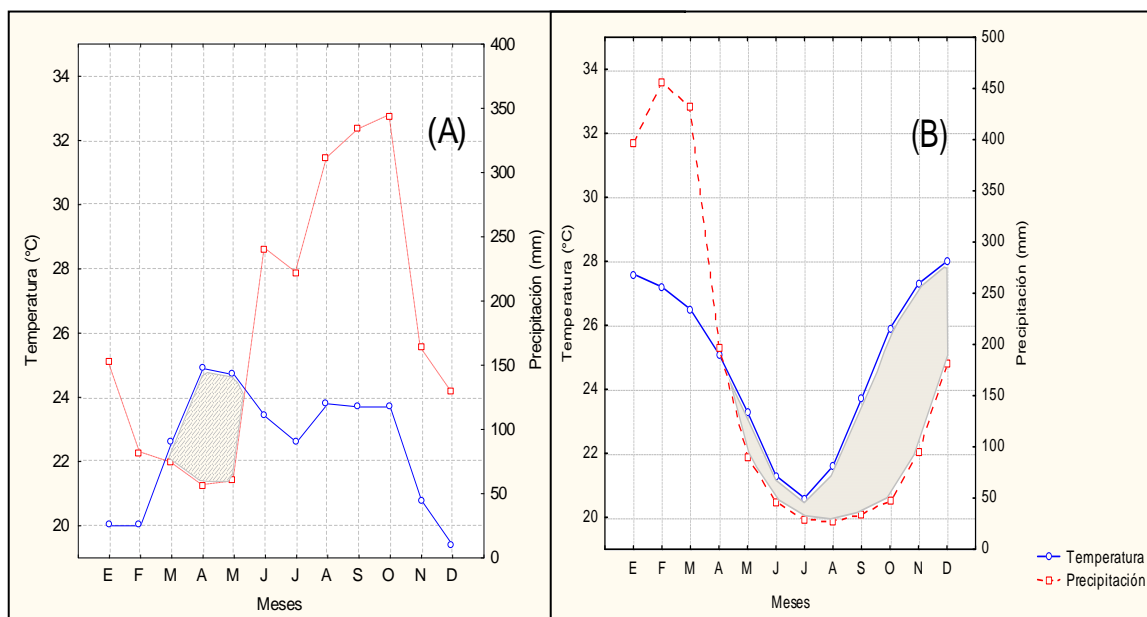


Figura 8. Comparación de medias para sobrevivencia de *E. pellita* F. Muell en Huimanguillo, Tabasco.

En la Figura 9 (diagrama A) se observa que en el sitio del experimento (Huimanguillo, Tabasco, México), el 91 % de la precipitación se concentra los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero, con un total de 1974 mm; mientras que el período de sequía se presenta en los meses de marzo, abril y mayo, con una precipitación de 188 mm (9 %); en contraparte en Queensland, Australia (diagrama B) el período de lluvias se presenta en los meses de enero, febrero, marzo y abril, con una precipitación de 1468 mm (73 %) y el período de sequía corresponde a los meses de mayo a diciembre, con una precipitación de 552 mm (27 %). Lo anterior denota que en Huimanguillo, Tabasco se presenta un período de lluvias más prolongado y con mayor cantidad (1974 mm) que en Queensland, Australia, que presenta 1468 mm en tan solo 4 meses; esta condición podría estar favoreciendo en la adaptación de la especie, que se refleja en una buena sobrevivencia.



Figuras 9. Diagramas ombrotérmicos. (A) Huimanguillo, ¹ Tabasco, México; (B) Queensland, ² Australia.

¹ Elaborado con datos de 1961- 1981 de la estación meteorológica de Huimanguillo, Tabasco, clave 27017, obtenidos del programa ERIC.

² Elaborado con datos de 1942-2012 de las estadísticas climáticas para lugares de Australia, obtenidos en línea. http://www.bom.gov.au/climate/averages/tables/cw_031011.shtml.

Diámetro a 0.30

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 2), se encontró que para esta variable existen diferencias altamente significativas entre procedencias ($p=0.0004$); mientras que en los bloques no se encontró efecto ($p=0.614$).

Por otra parte, el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), estableció dos grupos de medias, en uno de los cuales (grupo A), las medias van desde 6.205 hasta los 7.2286; en este grupo, las procedencias 24 y 28 destacan como las del promedio más bajo (6.20500 y 6.32800 respectivamente) y a su vez porque son estadísticamente diferentes del grupo dos (B). En el grupo dos (B), las medias van desde los 6.4231 hasta los 7.3889, en el cual destacan las procedencias 21 y 23, por tener los promedios más altos, (7.3789 y 7.3889 respectivamente) y por ser estadísticamente diferentes con las procedencias 24 y 28 (Figura 10; Cuadro 6).

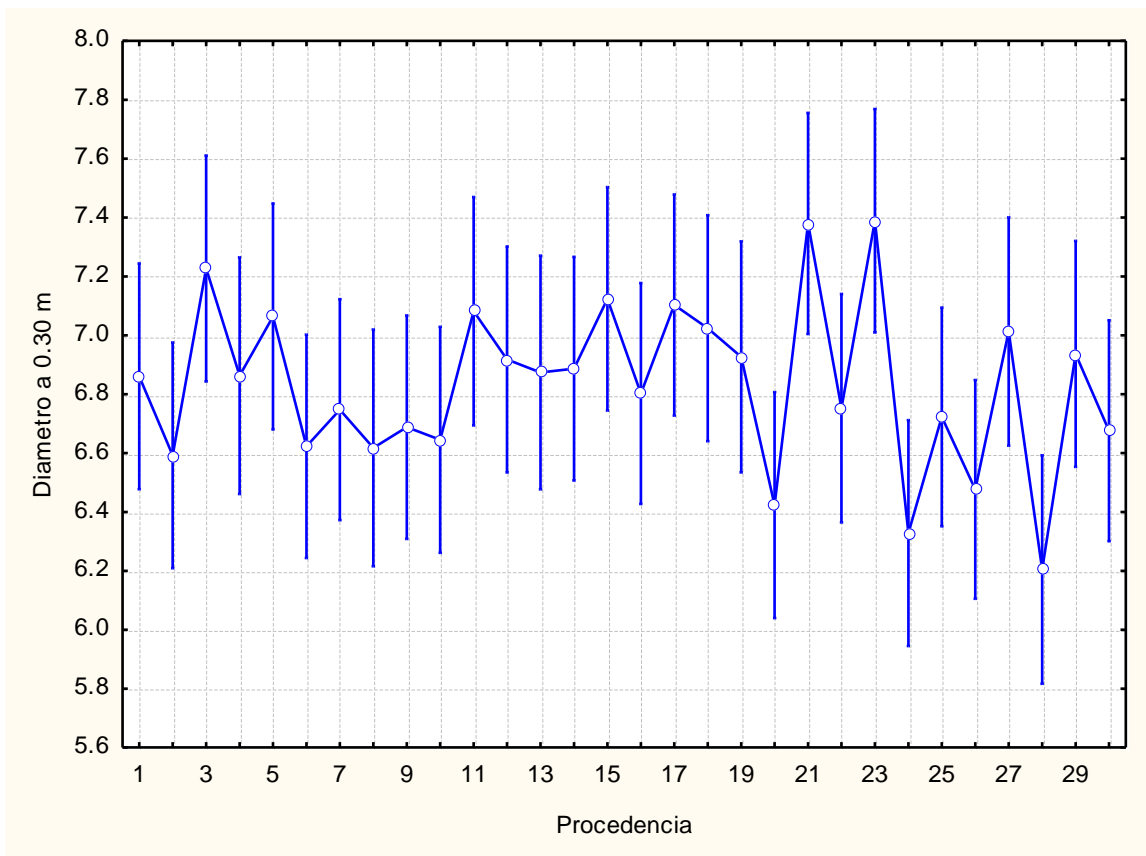


Figura 10. Comparación de medias para diámetro a 0.30 m de *E. pellita* F. Muell en Huimanguillo, Tabasco.

A un año de la evaluación del ensayo, para la variable de diámetro 0.30 m se encontraron diferencias significativas entre procedencia, en el cual las mejores procedencias fueron la 21 y 23 con un diámetro de 7.37 y 7.38, de igual forma para la variable del diámetro a 1.30, la procedencia 21 fue la mejor.

El comportamiento respecto al crecimiento en diámetro a 0.30 m, que presentaron las procedencias 21 y 23, aunado a las características de precipitación descritas en el punto anterior, pudiera atribuirse a que dichas procedencias se encuentran ubicadas en una latitud muy similar a la del sitio experimental (Figura 11). Además las procedencias 21 y 23 se encuentran muy cercanas del 18° hemisferio sur (Cuadro 5), el cual concuerda con la ubicación del sitio experimental que se encuentra localizado dentro de los 18° en el hemisferio norte.

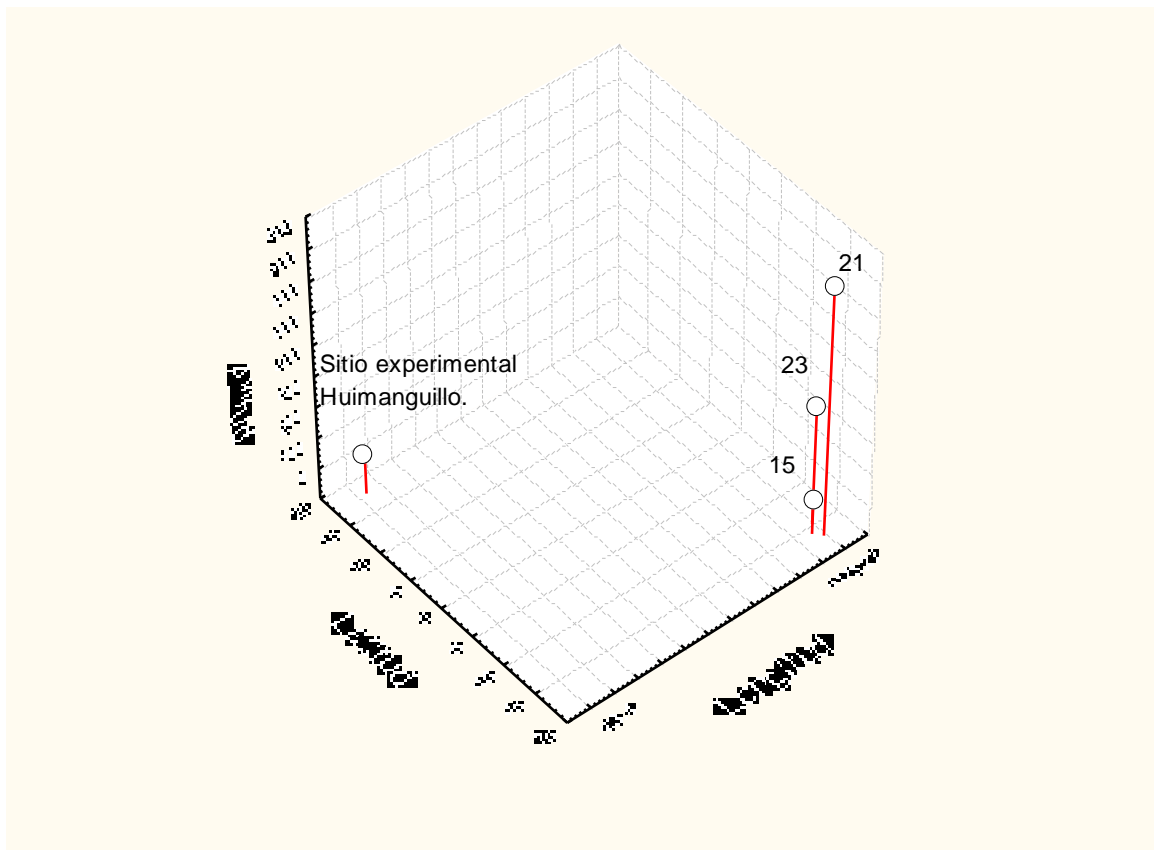


Figura 11. Distribución geográfica y altitudinal de las mejores procedencias, con respecto al sitio experimental.

Cuadro 6. Comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$) para diámetro 0.30 m.

Media (cm)	Procedencia	Agrupación Tukey	
		A	B
6.205000	28	A	
6.328000	24	A	
6.423111	20	A	B
6.476458	26	A	B
6.593778	2	A	B
6.619756	8	A	B
6.624348	6	A	B
6.641778	10	A	B
6.676809	30	A	B
6.689348	9	A	B
6.722917	25	A	B
6.746383	7	A	B
6.753182	22	A	B
6.802766	16	A	B
6.859111	1	A	B
6.833659	4	A	B
6.871905	13	A	B
6.884565	14	A	B
6.914667	12	A	B
6.928372	19	A	B
6.938000	29	A	B
7.013636	27	A	B
7.024444	18	A	B
7.065778	5	A	B
7.084091	11	A	B
7.103404	17	A	B
7.123478	15	A	B
7.228667	3	A	B
7.378936	21		B
7.388913	23		B

Diámetro a 1.30

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 3), se encontró que para la variable de diámetro a 1.30 cm existe diferencias altamente significativas entre procedencias con ($p= 0.000012$); mientras que en los bloques no se encontró efecto ($p= 0.364$).

El análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), estableció tres grupos de medias, en uno de los cuales (grupo A), las medias van desde 4.548409 hasta los 5.441778; en este grupo, las procedencias 28 y 20 destacan como las de promedio más bajo (4.548409 y 4.742222 respectivamente), y a su vez porque son estadísticamente diferentes al grupo dos (B) y tres (C). En el grupo dos (B), las medias van desde los 4.778298 hasta los 5.719348; en este grupo, las procedencias 30, 24 y 26 destacan como las de promedio más bajo (4.778298, 4.798182 y 4.808958 respectivamente), y por ser estadísticamente diferente al grupo tres (C). En el grupo tres (C), las medias van desde los 4.882826 hasta los 5.765532, en la cual destaca la procedencia 21, por tener el promedio más alto, (5.765532), y por ser estadísticamente diferente a las procedencias 28, 20, 30, 24 y 26, lo anterior se presenta en el (Cuadro 7; Figura 12).

Los resultados mostrados, concuerdan en términos generales con los obtenidos por Harwood *et al.* (1997) en un estudio realizado en Australia sobre crecimiento inicial y supervivencia de *E. pellita*, en comparación con *E.grandis*, *E.urophylla* y *A. mangium*, La evaluación se realizó a 31 meses de edad, en el cual encontraron diferencias significativas entre procedencias para la variable de diámetro normal, con un crecimiento promedio de 16 cm. Lo cual proporcionalmente coincide con los resultados obtenidos, ya que en este estudio, estadísticamente se encontraron diferencias significativas, siendo la procedencia 21 la que mejor crecimiento logró, con un crecimiento en diámetro de 5.76 en 12 meses, esta procedencia utilizada en Huimanguillo, coincide con la procedencia utilizada por Harwood, ya que ambas fueron colectadas por el banco de semillas del CSIRO, proveniente del estado de Queensland Australia.

Por otra parte Schenone *et al.* (2002), en un estudio realizado en Brasil, sobre *Eucalyptus dunnii*, a los 42 meses de edad, encontraron diferencias significativas entre procedencias, en la cual la mejor procedencia presentó un crecimiento promedio en diámetro de 11.64 cm.

Cuadro 7. Comparación de medias para diámetro a 1.30 m a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Media (cm)	Procedencia	Agrupación Tukey		
		A	B	C
4.548409	28	A		
4.742222	20	A		
4.778298	30	A	B	
4.798182	24	A	B	
4.808958	26	A	B	
4.882826	9	A	B	C
4.899130	6	A	B	C
4.922195	8	A	B	C
4.938125	25	A	B	C
4.953810	13	A	B	C
4.965556	10	A	B	C
4.990244	4	A	B	C
5.001702	7	A	B	C
5.048043	14	A	B	C
5.088000	12	A	B	C
5.109545	22	A	B	C
5.127273	27	A	B	C
5.172667	1	A	B	C
5.199778	29	A	B	C
5.217727	2	A	B	C
5.240930	19	A	B	C
5.365000	11	A	B	C
5.375435	15	A	B	C
5.381064	17	A	B	C
5.396383	16	A	B	C
5.397111	5	A	B	C
5.403333	3	A	B	C
5.441778	18	A	B	C
5.719348	23		B	C
5.765532	21			C

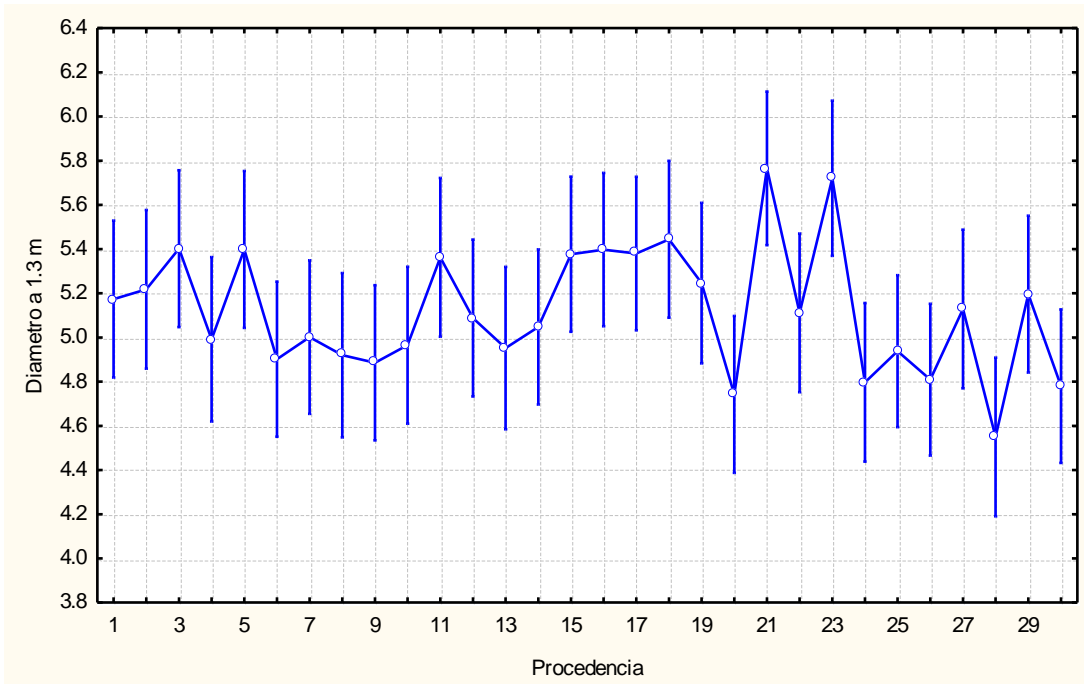


Figura 12. Diámetro promedio a 1.30 m en cada una de las procedencias de *E. pellita* F. Muell en Huimanguillo, Tabasco.

Altura total

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 4), se encontró que para la variable de altura total existen diferencias altamente significativas entre procedencias ($p = 0.000003$); de igual forma para bloques existen diferencias altamente significativas ($p = 0.004716$).

El análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), estableció tres grupos de medias, en uno de los cuales grupo (A), las medias van desde 4.470208 hasta los 5.232340, en este grupo, la procedencia 26 destaca como la de promedio más bajo (4.470208), y a su vez porque es estadísticamente diferentes al grupo dos (B) y tres (C). En el grupo dos (B), las medias van desde los 4.489773 hasta los 5.254043, en este grupo, la procedencia 28 destaca con el promedio más bajo (4.489773), y por ser estadísticamente diferente al grupo tres (C). En el grupo tres (C), las medias van desde los 4.536444 hasta los 5.287609 en el cual destaca la procedencia 15, por tener el promedio más alto, (5.287609), y por ser estadísticamente diferente a las procedencias 26 y 28, lo anterior se presenta en el (Cuadro 8; Figura 13).

Cuadro 8. Comparación de medias para altura total, a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Media (cm)	Procedencia	Agrupación Tukey		
		A	B	C
4.470208	26	A		
4.489773	28	A	B	
4.536444	20	A	B	C
4.562444	24	A	B	C
4.589787	30	A	B	C
4.602439	4	A	B	C
4.608261	14	A	B	C
4.676818	22	A	B	C
4.693333	13	A	B	C
4.705556	1	A	B	C
4.741707	8	A	B	C
4.751957	9	A	B	C
4.773636	27	A	B	C
4.850444	18	A	B	C
4.906383	7	A	B	C
4.917273	11	A	B	C
4.918837	19	A	B	C
4.962000	29	A	B	C
4.968667	5	A	B	C
4.975556	2	A	B	C
5.016739	6	A	B	C
5.058222	10	A	B	C
5.060833	25	A	B	C
5.065652	23	A	B	C
5.116000	3	A	B	C
5.148000	12	A	B	C
5.171064	17	A	B	C
5.232340	21	A	B	C
5.254043	16		B	C
5.287609	15			C

A los 12 meses de efectuada la plantación, el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas para la variable de altura. Estos resultado concuerdan con los obtenidos por Barros y Rojas (1987), el cuál, en un estudio realizado en Santiago de Chile, encontró que *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, mostró diferencias altamente significativas a los cuatro años de edad, el cual

presentó una altura promedio de 4.8 m, donde la mejor procedencia fue la de Lake Albacutya, mientras que en Huimanguillo Tabasco la mejor procedencia mostro una altura de 5.28 m en un año.

Por otra parte Mesén *et al.* (2007), en un estudio realizado en Turrialba, Costa Rica, encontraron que *E.deglupta* y *E.grandis*, en el cual se evaluaron a los 3.8 y 4.4 años de edad respectivamente, mostraron diferencias altamente significativas entre procedencias con una altura promedio de 14.6 m y 21.6 respectivamente.

Por otra parte en un estudio sobre crecimiento, realizado en el estado de Veracruz por Márquez *et al.* (2009), en la cual se evaluaron una procedencias de *Cedrela odorata* L. a los 8 años de edad, para la variable de altura no encontraron diferencias significativas entre procedencias.

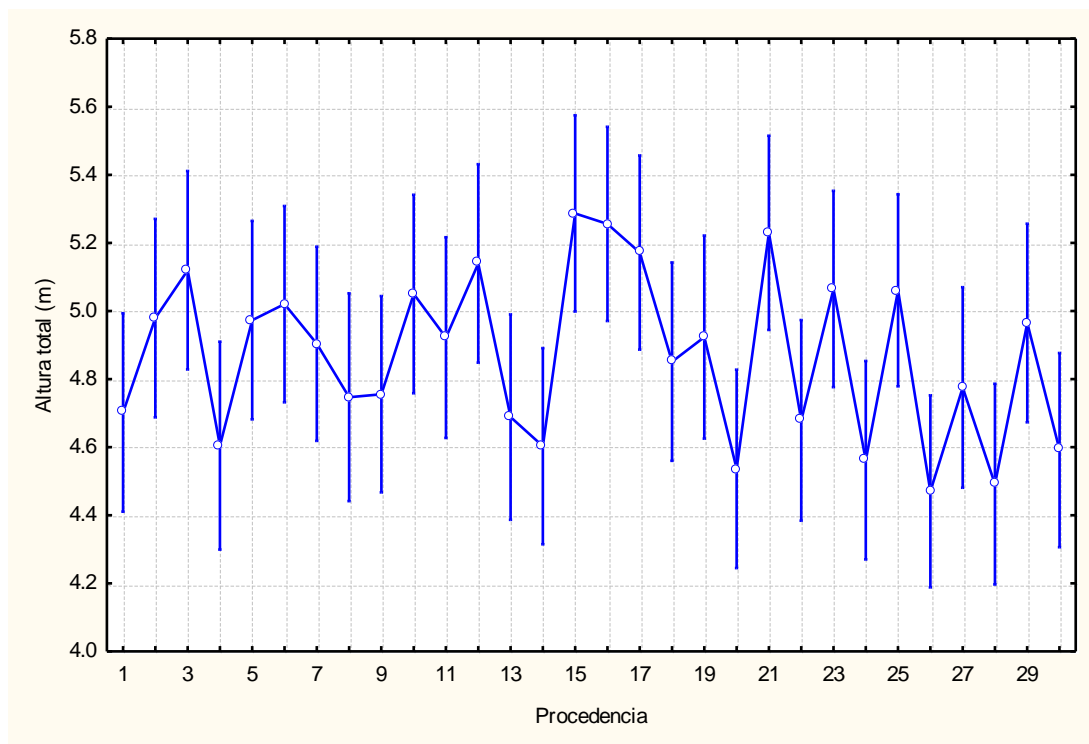


Figura 13. Altura total promedio en cada una de las procedencias de *E.pellita* F. Muell en Huimanguillo, Tabasco.

Diámetro de copa

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 5), se encontró que para la variable de diámetro de copa existe diferencias altamente significativas entre procedencias con ($p= 0.000000$); mientras que para bloques no se encontró efecto ($p = 0.101881$).

El análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), estableció cuatro grupos de medias, en uno de los cuales (grupo A), las medias van desde 2.536818 hasta los 2.871190; en este grupo, la procedencia 28 se destaca como la de promedio más bajo (2.536818) y a su vez porque es estadísticamente diferente de los grupo dos (B), tres (C) y cuatro (D). En el grupo dos (B), las medias van desde los 2.579512 hasta los 2.882000, en el cual destacan las procedencias 8 y 25, por tener los promedios más bajos (2.579512 y 2.616875, respectivamente) y por ser estadísticamente diferentes con las del grupo 3 (C) y 4 (D). En el grupo 3 (C), las medias van desde los 2.622273 hasta los 2.949783; en este grupo, la procedencia 27 destaca como la de promedio más bajo (2.622273) y porque es estadísticamente diferente del grupo 4 (D); en este grupo las medias van desde los 2.822617 hasta los 3.146596, aquí destaca la procedencia 21 como la del promedio más alto de todas las procedencias (3.146596) y por ser estadísticamente diferente de la procedencia 28, lo anterior se puede observar en el (Cuadro 9; Figura 14).

Los resultados obtenidos a un año de establecido, para la variable de diámetro de copa, pudieran atribuirse a las características geográficas altitudinales mostradas en la Figura 11. Además estos resultados concuerda con el estudio realizado por López *et al.* (2010) En el cual analizaron el crecimiento inicial de una plantación mixta, realizada en Veracruz, a los 5 años de la evaluación se encontraron diferencias significativas entre especies, en el cual la especie con el mejor diámetro de copa promedio fue *Gmelina arborea*, la cual alcanzó un diámetro de 3.56 m, mientras que en Huimanguillo, Tabasco, a 1 año, la mejor procedencia alcanzo un diámetro de copa de 3.14 m.

De acuerdo a los resultados mostrados en la Figura 14, en el cual la procedencia 21, proveniente de Queensland, es la que mejor crecimiento en diámetro de copa obtuvo, estos resultados pueden atribuirse al estudio realizado por la FAO (1981), en el cual afirma que la procedencias de Queensland, son las más prometedoras y ponen en evidencia un rápido crecimiento, esto para el caso de México.

Cuadro 9. Comparación de medias para diámetro de copa a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Media (cm)	Procedencia	Agrupación Tukey			
		A	B	C	D
2.536818	28	A			
2.579512	8	A	B		
2.616875	25	A	B		
2.622273	27	A	B	C	
2.651250	26	A	B	C	
2.680889	24	A	B	C	
2.683333	29	A	B	C	
2.688511	16	A	B	C	
2.693696	6	A	B	C	
2.695778	12	A	B	C	
2.705778	10	A	B	C	
2.736222	3	A	B	C	
2.739130	14	A	B	C	
2.760732	4	A	B	C	
2.770667	2	A	B	C	
2.773696	9	A	B	C	
2.775532	7	A	B	C	
2.790000	22	A	B	C	
2.797333	1	A	B	C	
2.810667	5	A	B	C	
2.810682	11	A	B	C	
2.823617	30	A	B	C	D
2.834681	17	A	B	C	D
2.835778	20	A	B	C	D
2.861163	19	A	B	C	D
2.871190	13	A	B	C	D
2.873261	15		B	C	D
2.882000	18		B	C	D
2.949783	23			C	D
3.146596	21				D

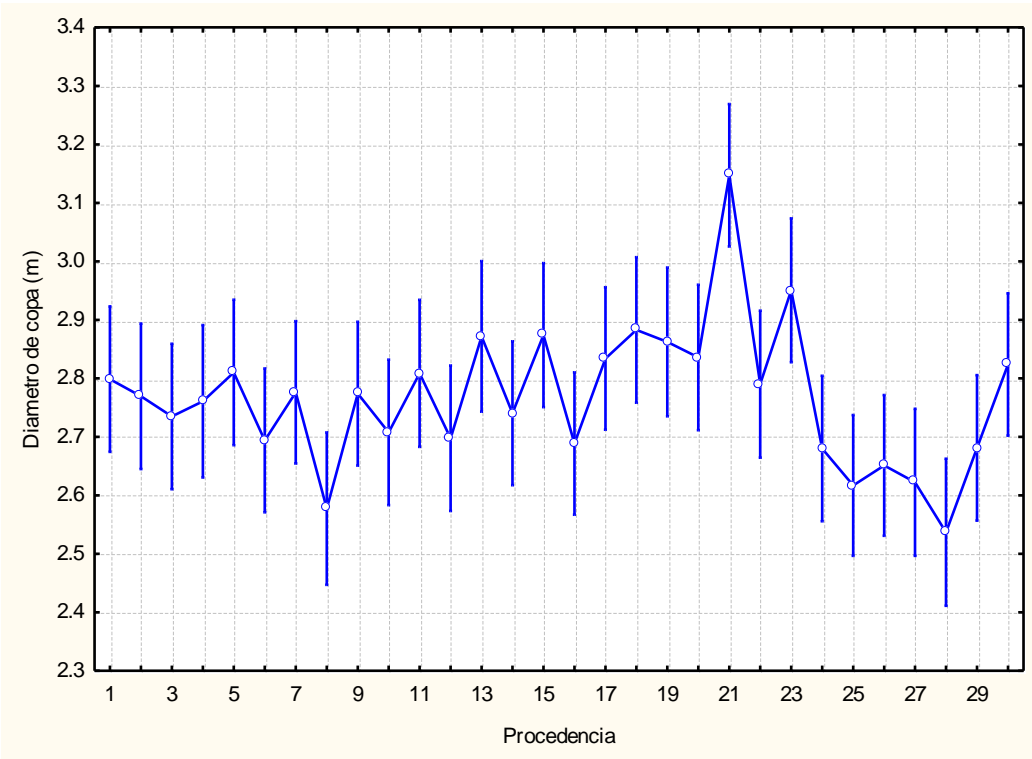


Figura 14. Díametro de copa promedio de cada una de las procedencias de *E. pellita* F. Muell en Huimanguillo, Tabasco.

V CONCLUSIÓN

El presente estudio ha permitido analizar el crecimiento inicial de 30 procedencias de *Eucalyptus pellita* F. Muell, en Huimanguillo, Tabasco; de acuerdo a los resultados se concluye:

Las procedencias 21 y 23, presentaron mejor crecimiento, para las variables de diámetro a 0.30 m, de igual forma la procedencia 21 presentó mejor crecimiento para las variables de diámetro a 1.30 m y diámetro de copa, en cuanto a la variable de altura total, la mejor procedencia con mayor crecimiento fue la 15.

De acuerdo a las variables evaluadas, la procedencia 21, fue la que mejor desarrollo tuvo, mostrando su mejor crecimiento para las variables de Diámetro a 0.30 m, diámetro a 1.30, y diámetro de copa, de acuerdo a estos resultados, se puede decir que hasta el momento es la que mejor se está adaptando a las condiciones del sitio experimental y le ha permitido mostrar los mejores valores en las características dasométricas a un año de establecimiento del ensayo de procedencias.

Las mejores procedencias para la variable de sobrevivencia, fueron la 25 y la 26, las cuales obtuvieron el 100 por ciento de sobrevivencia

Por lo tanto se concluye que se rechaza la hipótesis nula, dado que el crecimiento de las diferentes variables dasométricas, es diferente en al menos una procedencia de las 30 evaluadas

VI RECOMENDACIONES

Dar continuidad a las evaluaciones anuales del ensayo de procedencias, el cual al término del turno se obtendría toda una base de datos sobre el comportamiento en el crecimiento de esta especie, así también generar una tabla de volumen, lo cual sería de mucha utilidad para la empresa, ya que con estos datos, tomaría la decisión de seguir trabajando e invirtiendo en esta especie, o bien descartarla y optar por otras especies que generan mayor crecimiento en un turno igual al eucalipto y que a su vez genera mayores ingresos económicos.

En futuras evaluaciones, incorporar en el estudio la medición de nuevas variables, tales como, fuste recto, viabilidad de las semillas, incidencia de plagas y enfermedades, con la finalidad de observar la capacidad de sobrevivencia que pueda tener la especie.

Realizar un ensayo de especies mixtas, que vayan de acuerdo a los objetivos de la empresa, esto con la finalidad de poder contrastar con el crecimiento e incremento en otras especies.

Realizar y someter al ensayo de procedencias, la aplicación de diferentes tipos de fertilizantes, o bien la aplicación de diversas dosis de fertilización, lo cual será de gran relevancia, y se vería reflejado en el crecimiento y comportamiento de la especie y se obtendría como resultado mayor crecimiento en menor tiempo.

Seleccionar los mejores individuos de las mejores procedencias, con la finalidad de realizar una propagación vegetativa, y declararla como una unidad productora de germoplasma forestal (UPGF), esto con la finalidad de obtener a futuro plantaciones de mayor calidad y productividad.

VII LITERATURA CITADA.

- Alba L.J., L.C. Mendizábal H., E.O. Ramírez G. y M. Méndez G. 2002. Establecimiento de tres ensayos de procedencia/progenie de *Pinus teocote* SCHL. ET CHAM. En el estado de Veracruz, México. Revista Foresta Veracruzana. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 4(2):17-22.
- Alba L.J., A. Aparicio R., F.H. Zitácuaro C. y E.O. Ramírez G. 2005. Establecimiento de un ensayo de progenies de *Pinus oaxacana mirov* en los molinos, Municipio de Perote, Veracruz, México, Revista Foresta Veracruzana. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 7(2):33-36.
- Barros A. S. 1990. Ensayos de procedencia de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh en la zona semi árida de Chile. Instituto forestal. División sicultura. Santiago de Chile. 4(2): 172-182
- Barros A. S y V. Rojas P.1987. Ensayos de procedencia de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh en la zona semiárida de Chile. División Silvicultura. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 1(01):14.
- Camcore. 2008. Rentabilidad del mejoramiento genético forestal. Boletín de Noticias Camcore para México y Centroamérica. 2(1):1-5
- Camcore. 2009. Efecto de la silvicultura en y la genética en la deformación del fuste (sinuosidad) en árboles forestales. Boletín de Noticias de Camcore para México y Centroamérica. 3(1):1-6.
- Capó A. M.A. 2001. Establecimiento de plantaciones forestales: Los ingredientes del éxito. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México 177 p.
- Ceccon E. y M. Martínez R. 1999. Aspectos ambientales referentes al establecimiento de plantaciones de eucalipto de gran escala en áreas tropicales: Aplicación al caso de México. Revista interciencia. México 24(6): 352-359.
- Centro de Genética Forestal A.C. 1989. Curso mejoramiento genético y plantaciones forestales. México.132-198
- Cortez G. F. 2011.Evaluacion dasométrica de una plantación comercial de teca (*Tectona grandis* L.) En Nuevo Urecho Michoacán. Tesis profesional. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Uruapan, Michoacán. México. 55 p.

- Dombro B.D. 2010. *Eucalyptus pellita*. Amazonia Reforestation's red mahogany. Planeta verde reforestación S. A. [En línea] el 18 mayo 2012. Disponible en http://www.myreforestation.com/downloads/Eucalyptus_pellita_2010_e-book.pdf
- FAO. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. Roma, Italia. 1981. 653 p.
- FAO. 2002. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000. Roma, Italia. 2002. 494 p.
- FAO. 2005. Situación de los bosques del mundo. Roma, Italia. 129 p.
- FAO. 2006. Situación de los bosques del mundo. Subdivisión de políticas y apoyo de publicación electrónica .División de comunicación. FAO. Roma, Italia. 180 p.
- FAO. 2009. La FAO en México, más de 60 años de colaboración. Roma Italia. 370 p.
- García, E.- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ,1998. [En línea] [Fecha de consulta: 16 mayo 2012] ESRI Shapefile.
- González G. E. L y Z. López A. J. 2006. Estudio de crecimiento y sobrevivencia de cinco especies forestales en la finca el plantel. Universidad Nacional Agraria. Facultad de recursos naturales y del ambiente. Managua, Nicaragua. 35 p.
- Gutiérrez, B. 2003. Mejoramiento genético y conservación de recursos forestales nativos en Chile. Instituto forestal. Casilla 109-C. Concepción Chile. 9 p.
- Harwood C.E., D. Alloysius., P. Pomroy., K. W. Robson y M.W. Haines.1997. Early growth and survival of *Eucalyptus pellita* provenances in a range of tropical environments, compared with *E.grandis*, *E. urophylla* and *Acacia mangium*. New Forests.Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO).14:203-219.
- Hernández R.E. 2010. Análisis de las evaluaciones externas del programa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN) 2000-2007. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. México. 59 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

(CONABIO), (1995). [En línea] [Fecha de consulta: 16 mayo 2012] ESRI Shapefile.

Leksono B., S.Kurinobo y Y. Ide. 2008. Realized genetic gains observed in second generation seedling seed orchards of *Eucalyptus pellita* in Indonesia. The Japanese Forest Society and Springer.13:110-116.

LGDFS, 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Nueva ley publicada en el Diario oficial de la federación el 25 de febrero del 2003. [En línea] el 8 de abril del 2012. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259.pdf>

López S. E y Musálem M.A. 2007.Sistema agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera. Una alternativa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en los Tuxtlas. Veracruz, México. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 13 (1): 59-66.

López A. J. L., Sánchez M. V y Hernández. M. E. 2010. Crecimiento inicial de una plantación mixta de especies tropicales en Veracruz. Revista mexicana ciencia forestal. 1(02): 16 p.

Martín M. A. y Harrand L. 1999. El mejoramiento genético forestal y su aporte al desarrollo del sector forestal regional. Estación experimental agropecuaria Concordia Chiapas. México. 3 p.

Martínez R. R. 2005. Reseña de “Silvicultura de plantaciones forestales comerciales” de Miguel Ángel Musálem. Revista Ra Ximhai. Universidad Autónoma Indígena de México. El fuerte, México. 1(2): 421-425.

Martínez Ruíz. R., H. S. Azpíroz R., J.L Rodríguez de la O, V.M Cetina A. y M.A Gutiérrez E. 2006. Importancia de las plantaciones de Eucalyptus. Revista Ra Ximhai. Universidad Autónoma Indígena de México. El fuerte, México. 2(3): 815-846.

Márquez R. J., L.C. Mendizábal H., G. Cruz V y E. Ramírez G. 2009. Evaluación de una prueba de procedencias/progenie de *Cedrela odorata* L. establecida en Emiliano Zapata, Veracruz, México. Revista Foresta Veracruzana, Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 11(1): 7-12.

Mendizábal H. L., Alba L.J y Rebolledo C.V.1999. Prueba de procedencias/progenie de *Pinus oocarpa* Schiede en el municipio de E. Zapata, Veracruz, México. Revista foresta veracruzana. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 1(2): 9-12.

- Mesén F., W. Vásquez y E. Víquez. 2007. Ensayos de familias F_2 de *Eucalyptus deglupta* y *E. grandis* con fines de conversión en huertos semilleros. Revista Agronómica Costarricense. 31(2): 9-20.
- Muñoz F.H.J., V.M. Coria., J.J. García S y M. Balam C. 2009. Evaluación de una plantación de tres especies tropicales de rápido crecimiento en Nuevo Urecho, Michoacán. Revista Ciencia Forestal. México. 34(106): 61-87.
- Noguéz H. A. 2004. Evaluación financiera de una plantación forestal comercial de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*) en el Municipio de Coyutla, Estado de Veracruz. Seminario de titulación. Universidad Autónoma Chapingo. División de ciencias forestales. Chapingo, México. 52 p.
- Pennigton D.T y Sarukhán J. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de cultura económica. Tercera edición. México. 523 p.
- Rodríguez R.G., J. Dorantes L., E. Rodríguez A. 2009. Ensayo de especies forestales en la zona cálida del centro del Estado de Veracruz, México. Revista Foresta Veracruzana 11(1): 19-24.
- Rojo G. M. E., R. Martínez R., J.Jasso M. 2011. El cultivo del Hule en México. Libros técnicos: Serie Forestal. Universidad Autónoma Indígena de México. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo Programa de Forestal. México. 299 p.
- Sánchez M., E. A., M. González G., D. del Valle P., J. Valdez L. 2006. SIPLAN: Sistema de información para administrar plantaciones comerciales en México. Madera y Bosques. Instituto de ecología A.C. Xalapa México. 12(2): 77-90.
- Schenone A.R., Storck L., Martins-Corder. P. M. 2002. Variación genética en procedencias/ progenies de polinización abierta de *Eucalyptus dunnii* Maiden. Revista Bosque. Santa María, Brasil. 23 (1): 79-89.
- Steel R.G., J.H. Torrie.1986. Bioestadística principios y procedimientos. Segunda edición. 622 p. Ricardo Martínez B. Ed. Mc. Graw-Hill. México, D.F. 622 p.
- SEMARNAT-CONAFOR 2003. ACUERDO que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de apoyos del programa para el desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN). México. 21 p.

- Ugalde A. L.A.1997. Resultados de 10 años de investigación sivicultural del proyecto Madaleña en Nicaragua. Serie Técnica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. Turrialba, Costa Rica. 169 p.
- Verdugo M. E.G. 2011. Sobrevivencia y crecimiento de 20 procedencias de *Acacia mangium* Wild, en Huimanguillo Tabasco México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 67 p.
- Xiomara S. P., C.A. Jaramillo, S. 2007. *Eucalipto pellita* especie multipropósito al servicio de la ganadería en los llanos orientales. Publicación CORPOICA. C.I. La libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. 4 p.
- Zarate S. A. 2010. Operación inicial del proyecto de plantación forestal “La Sabana”. Memoria de experiencia profesional .Universidad Autónoma Chapingo. División de ciencias forestales. Texcoco, Estado de México. 50 p.
- Zobel, B., J.Talbert, 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa, México. 545 p.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para Supervivencia para el ensayo de procedencias de *Eucalyptus. pellita* F. Muell, en Huimanguillo, Tabasco, México.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P*
Intercepción	84.58775	1	84.58775	74728.80	0.000000
Procedencia	0.03297	29	0.00114	1.00	0.480484
Bloques	0.00114	2	0.00057	0.50	0.607544
Error	0.06565	58	0.00113		

* $\alpha=0.05$

Anexo 2. Análisis de varianza para Diámetro a 0.30 m para el ensayo de procedencias de *Eucalyptus pellita* F. Muell, en Huimanguillo, Tabasco, México.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P*
Intercepción	63106.20	1	63106.20	36700.39	0.000000
Procedencia	106.29	29	3.67	2.13	0.000459
Bloques	1.67	2	0.84	0.49	0.614703
Error	2273.17	1322	1.72		

* $\alpha=0.05$

Anexo 3. Análisis de varianza para Diámetro 1.30. m para el ensayo de procedencias de *Eucalyptus pellita* .F. Muell, en Huimanguillo, Tabasco, México.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P*
Intercepción	35424.71	1	35424.71	24056.50	0.000000
Procedencia	109.12	29	3.76	2.56	0.000012
Bloques	2.98	2	1.49	1.01	0.364174
Error	1943.78	1320	1.47		

* $\alpha=0.05$

Anexo 4. Análisis de varianza para altura total para el ensayo de procedencias de *Eucalyptus pellita* F. Muell, en Huimanguillo, Tabasco, México.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P*
Intercepción	32071.61	1	32071.61	32307.81	0.000000
Procedencia	78.09	29	2.69	2.71	0.000003
Bloques	10.68	2	5.34	5.38	0.004716
Error	1312.34	13202	0.99		

* $\alpha=0.05$

Anexo 5. Análisis de varianza para diámetro de copa para el ensayo de procedencias de *Eucalyptus pellita* F. Muell, en Huimanguillo, Tabasco, México.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P*
Intercepción	10347.31	1	10347.31	32307.81	0.000000
Procedencia	19.24	29	0.66	2.71	0.000000
Bloques	0.83	2	0.41	2.29	0.101881
Error	238.76	1322	0.18		

* $\alpha=0.05$