

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**PROPAGACIÓN DE PLÁNTULAS EN VIVERO DE CUATRO ESPECIES
ARBÓREAS PROMISORIAS PARA SU USO EN LA RESTAURACIÓN
PRODUCTIVA DE PAISAJES EN DULCE NOMBRE DE CULMÍ, OLANCHO**

POR

MARCO ANTONIO TORRES NATARÉN

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

MAYO, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**PROPAGACIÓN DE PLÁNTULAS EN VIVERO DE CUATRO ESPECIES
ARBÓREAS PROMISORIAS PARA SU USO EN LA RESTAURACIÓN
PRODUCTIVA DE PAISAJES EN DULCE NOMBRE DE CULMÍ, OLANCHO**

POR

MARCO ANTONIO TORRES NATARÉN

OSCAR FERREIRA CATRILEO, M.Sc.

Asesor Principal

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES**

CATACAMAS

OLANCHO

MAYO, 2023

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO, por brindarme la salud, fortaleza y guiar mis pasos por el buen camino para cumplir un sueño y una meta más en mi vida.

A mi padre **Tomas Celestino Torres** y a mi madre **Esperanza Natarén** por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mis hermanos y hermanas por el estímulo y el apoyo incondicional en todo momento, y por ser ellos la inspiración para finalizar este proyecto.

Un agradecimiento muy especial a mi hermano Rubén Torres por todo el apoyo brindado durante el transcurso de mis estudios, gracias por confiar en mí.

A Gladis Alemán, Luis Alemán, Delmi Soriano, por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por darme la sabiduría y fuerza para culminar esta etapa académica.

A mi Alma Mater la Universidad Nacional de Agricultura por haberme acogido estos cuatro años y permitirme culminar mis estudios universitarios.

A mi asesor principal M.Sc. Oscar Ferreira Catrileo por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar hasta esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos.

A mis asesores auxiliares M.Sc. Wendy Leonela Castellano y M.Sc. Josué Matute por su exigencia. Agradezco su apoyo brindado y conocimientos impartidos.

Al proyecto mi Biósfera por brindarme la oportunidad de poder realizar mi tesis, de igual manera agradezco a los técnicos del proyecto que nos acompañaron durante el proceso de investigación.

A mis amigos (as) Carmen Cortez, Flor Molina, Mayra Larreinaga, Gloria Almendarez, Fernando Moncada, Cristian Alvarado, Javier Navarro, Orlen Benítez, Eduar Sánchez, Nelson Diaz, Samuel Pérez, Kevin Jiménez, Marlon Nuñez, Olban Diaz por su amistad. Así mismo a **Rocio Mendoza** por haber sido ese apoyo incondicional durante el desarrollo de la tesis y con quien compartí muchas experiencias y aprendizaje.

CONTENIDO

Contenido	.Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
LISTA DE TABLAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
III REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Propagación de plantas	3
3.2 Propagación de plantas en viveros.....	3
3.3 Uso de envases en la propagación de plantas	4
3.4 Envases biodegradables	6
3.5 <i>Swietenia humilis</i> Zucarini	7
3.5.1 Taxonomía y distribución.....	7
3.5.2 Descripción botánica	8
3.5.3 Usos y conservación	8
3.5.4 Propagación de caoba	9
3.6 <i>Cedrela odorata</i>	9
3.6.1 Taxonomía y distribución.....	9
3.6.2 Descripción botánica	10
3.6.3 Usos y conservación	11
3.6.4 Propagación de cedro.....	12
IV. MATERIALES Y MÉTODO	13
4.1 Lugar de estudio	13
4.2 Materiales y equipo	14
4.3 Método.....	14
4.3.1 Diseño experimental	14
4.3.2 Descripción de los tratamientos.....	15

4.3.3 Variables evaluadas	15
4.4 Modelo estadístico.....	16
4.5 Priorización de especies arbóreas promisorias nativas en dos comunidades Pech...	16
4.6 Descripción del proceso de elaboración de los envases biodegradables	17
4.6.1 Manejo del experimento	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1 Priorizar las especies maderables en la comunidad Pech El Culuco	19
5.2 Resultados del experimento realizado en el vivero	21
5.2.1 Prueba estadística para la variable altura de la planta en cedro amargo.....	21
5.3 Prueba estadística para la variable altura en caoba del pacífico.....	22
5.4 Medición en cm parte aérea y subterránea de <i>Cedrela odorata</i>	23
5.5 Medición en cm de aérea foliar y subterránea de <i>Swietenia humilis</i>	24
5.6 Peso fresco parte aérea y subterránea en g a los 32 días después de germinación...	25
5.7 Peso fresco parte aérea y subterránea en g a los 27 días después de germinación...	26
VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES	29
VIII BIBLIOGRAFÍA.....	30
ANEXOS	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cedro, <i>Cedrela odorata</i> L.....	10
Tabla 2. Tratamientos evaluados en etapa de vivero, con especies de <i>Swietenia humilis</i> y <i>Cedrela odorata</i>	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vivero forestal Universidad Nacional de Agricultura.....	13
Figura 2. Actividades realizadas en el vivero de la UNAG, Catacamas, Olancho.....	17
Figura 3. Especies maderables de acuerdo al sondeo en la comunidad de El Culuco.....	19
Figura 4. Especies de mayor y menor importancia de acuerdo al sondeo en la comunidad de Pueblo Nuevo Subirana.....	20
Figura 5. Comportamiento de la altura promedio en plántulas de cedro amargo (<i>Cedrela odorata</i>).....	22
Figura 6. Comportamiento de la altura promedio en plántulas de <i>Swietenia humilis</i>	23
Figura 7. Medición de parte aérea y subterránea a los 32 días después germinación.....	24
Figura 8. Medición de parte aérea y subterránea a los 27 días después de germinación.....	25
Figura 9. Peso fresco aéreo y radicular de <i>Cedrela odorata</i>	26
Figura 10. Peso fresco aéreo y radicular de <i>Swietenia humilis</i>	27

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis del diseño establecido en vivero con las especies maderables de <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia humilis</i>	36
Anexo 2. Aplicación de encuestas en la comunidad Pech de Pueblo Nuevo Subirana y El Culuco.....	37
Anexo 3. Elaboración de envases con papel periódico y papel bond.....	38
Anexo 4. Establecimiento del experimento en el vivero forestal Sauces.....	39
Anexo 5. Elaboración y aplicación de caldo sulfocálcico.....	40
Anexo 6. Análisis de varianza en el experimento a los 6, 14 y 22 días después de germinación de la semilla de la especie de <i>Cedrela odorata</i>	41
Anexo 7. Análisis de varianza de la medición de altura a los 9, 17 y 25 días después de germinación de la especie de <i>Swietenia humilis</i>	43
Anexo 8. Medición en cm parte aérea y subterránea de <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia humilis</i>	45
Anexo 9. Peso fresco en g parte aérea y subterránea de la especie de <i>Swietenia humilis</i> y <i>Cedrela odorata</i>	46

Propagación de plántulas en vivero de cuatro especies arbóreas promisorias para su uso en la restauración productiva de paisajes en Dulce Nombre de Culmí, Olancho. Marco Antonio Torres Natarén. Tesis Ingeniería en Gestión Integral de los Recursos Naturales. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. C. A. 58 págs.

RESUMEN

Este estudio se realizó en dos etapas, siendo la primera en dos comunidades Pech, y la segunda etapa en el vivero forestal de Sauces en la Universidad Nacional de Agricultura, en los meses de septiembre a diciembre de 2022. El propósito del presente estudio fue evaluar la propagación de dos especies maderables en envases biodegradables. Se definieron 4 tratamientos y cada uno constaba de 3 repeticiones. Dichos tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera: T1 envase de papel periódico, T2 envase de papel bond, T3 envase de fieltro, T4 bolsa de polietileno se usó como testigo. Las variables evaluadas fueron altura de la planta (cm), medición en cm parte aérea y radicular, peso fresco aéreo y radicular en gramos. Para este estudio se utilizó un diseño completamente al azar y se evaluó durante 3 semanas, realizando las mediciones de la variable altura de la planta cada semana después de germinación, las demás variables se les realizó toma de datos al finalizar el estudio. Según los resultados obtenidos, las comunidades Pech de Pueblo Nuevo Subirana y El Culuco, el 70% de la población prefirió la especie de *Swietenia humilis* y un 55% de la población la especie de *Cedrela odorata*. El análisis de datos en las variables evaluadas en etapa de vivero se encontró que no presentan diferencia significativa, todos los tratamientos evaluados se comportaron estadísticamente iguales, el tipo de material no influyó en el crecimiento de las plantas en las especies evaluadas en etapa de vivero.

Palabras claves: Árboles maderables, altura de plantas, envases de papel bond, envases de papel periódico, peso radicular y vivero forestal.

I. INTRODUCCIÓN

La disminución de la cobertura vegetal es un proceso muy acelerado a escala mundial, cada año, entre 15 y 18 millones de ha son convertidas en pastizales, áreas de cultivos y otros usos de la tierra. De las tierras deforestadas menos del 10% se vuelven a plantar cada año (FAO 2010). La propagación de árboles como la *Swietenia humilis* y la *Cedrela odorata* es una actividad importante para la conservación y restauración de los bosques en diversas regiones del mundo.

En este sentido, el uso de envases biodegradables para la propagación de estas especies puede tener ventajas ambientales significativas en comparación con los envases plásticos convencionales, la evaluación de la propagación de estas especies en envases biodegradables implica una serie de análisis y pruebas para evaluar el desempeño de estos envases en términos de la calidad de las plantas producidas, el crecimiento y desarrollo de las raíces, la tasa de supervivencia, entre otros aspectos importantes. Estos estudios pueden ayudar a determinar si los envases biodegradables son una alternativa viable y efectiva a los envases plásticos convencionales para la propagación de estas especies y contribuyen a la sostenibilidad ambiental.

El estudio se realizó en dos comunidades Pech Pueblo Nuevo Subirana y El Culuco y en la localidad del vivero Forestal en la Universidad Nacional contando con el apoyo del proyecto Mi Biósfera, en el cual permitió evaluar dos especies maderables: caoba (*Swietenia humilis* zucarini) y cedro (*Cedrela odorata* L, en envases biodegradables de papel bond reciclado, papel periódico, fieltro y bolsa de polietileno que se usó como testigo en condiciones de vivero, con el objetivo de determinar cuál de estas especies se comporta y desarrolla mejor en los envases biodegradables utilizados en el estudio.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar la propagación de plántulas de especies arbóreas maderables nativas, en envases biodegradables y convencionales, en condiciones de vivero.

2.2 Objetivos específicos

- a. Priorizar las especies arbóreas maderables nativas en las comunidades Pech de Pueblo Nuevo Subirana y El Culuco.

- b. Medir el desarrollo de las plántulas de las especies arbóreas maderables, en etapa de vivero utilizando envases biodegradables y convencionales.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Propagación de plantas

La propagación de plantas involucra la aplicación de principios y conceptos biológicos enfocados a la multiplicación de plantas útiles de un genotipo específico. Esta multiplicación se realiza a través de propágulos, los cuales se definen como cualquier parte de la planta que se utilice para producir una nueva planta o una población. Los propágulos incluyen semillas, segmentos de tejido, yemas, explantes, esquejes o estacas, y diversas estructuras especializadas como bulbos, cormos o tubérculos (Hartmann y Kester 1997). La propagación de estas plantas útiles permite multiplicarlas y preservar su información genética (Beyl y Trigiano 2008).

Existen básicamente dos alternativas de propagación de plantas: sexualmente a través de semillas o asexualmente mediante tejidos vegetales. Estos últimos conservan la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular para generar nuevos individuos con partes vegetativas de la planta (Fernández *et al.* 2017).

3.2 Propagación de plantas en viveros

Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de repoblación forestal. Se definen como sitios destinados a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación (Rueda *et al.* 2012). Tradicionalmente los viveros forestales, de acuerdo con la permanencia y magnitud, se clasifican en viveros permanentes y viveros temporales.

Los permanentes son aquellos que producen grandes cantidades de plantas todos los años. Requieren de infraestructura formal (almacenes, invernaderos, etc.) y bastante sólida. Los temporales son viveros pequeños que se establecen en el mismo lugar a realizar la plantación, por una temporada (Quiñones 2015).

La producción de plantas en vivero tiene como función obtener plántulas de calidad superior, es decir, de tamaño adecuado, libre de plagas y enfermedades, para asegurar el éxito de la reforestación, para lo cual resulta necesario que la persona encargada de dirigir la actividad del vivero conozca y aplique las principales etapas y técnicas. Asimismo, permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad. Gracias a que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, las plantas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo (Wightman y Cruz 2003).

Debido a los fuertes problemas de deforestación, a la pérdida de biodiversidad que sufre el país y a la gran necesidad de reforestar, los viveros pueden funcionar no sólo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies nativas de interés, con la finalidad de propiciar la formación de bancos temporales de germoplasma y plántulas de especies nativas que permitan su caracterización, selección y manejo. Esto permitirá diseñar, conocer y adecuar las técnicas más sencillas para la propagación masiva de estas especies. Además, los viveros también podrían ser sitios de capacitación de donde surgieran los promotores de estas técnicas.

3.3 Uso de envases en la propagación de plantas

La función primaria de cualquier envase es la de contener una cantidad de sustrato, que abastece a las raíces con nutrimentos minerales y provee soporte físico a la planta mientras está en el vivero. El contenedor ideal es el que permite obtener la mejor calidad de plantas, en el menor tiempo posible (Luna *et al.* 2012).

Los envases empleados en la propagación de plantas en vivero, en general, se pueden clasificar en dos tipos: los que se dejan al plantar y los que se remueven al momento del trasplante, algunos de estos (charolas de poliestireno comprimido, de plástico rígido, tipo libro, y los de polietileno negro) presentan restricciones después de la plantación (Wright *et al.* 1999).

Las bolsas para vivero son elaboradas generalmente de polietileno de baja densidad, son de color negro, perforadas y sus dimensiones varían según el tipo de cultivo y el tiempo planificado en la etapa de vivero, siendo este sistema el de mayor uso en muchas partes del mundo para el desarrollo de las plantas (Bilk *et al.* 2010). En Colombia, el uso de este tipo de productos es muy común en el cultivo de café, tanto así que Cenicafé reporta una producción anual de 324 millones de plantas de café, relacionando el uso potencial de 324 millones de bolsas de polietileno de baja densidad, sin embargo, no se ha establecido algún programa o proceso para su disposición final, dejando latente aún la problemática generada por el uso de bolsas plásticas (Farfán 2016).

El material del cual están compuestas las bolsas para vivero, no les da la capacidad de biodegradarse y si se tiene en cuenta que su función en esta etapa es de 3 a 6 meses, tiempo en el que se realiza el trasplante de las plántulas de una gran variedad de cultivos al sitio definitivo, trae como consecuencia que las bolsas se conviertan en desechos, generando contaminación al ambiente si estas no se manejan de una manera adecuada (Gutiérrez y Muñoz 2010).

En Estados Unidos de América, los contenedores de mayor uso en los viveros son de poliestireno comprimido (51% del total nacional), plástico rígido 26%, tipo libro o funda 10%, de papel 10% y de otros tipos 3% (Landis *et al.* 1994). Los de poliestireno, una vez terminada su vida útil representan materiales contaminantes y los de plástico rígido o flexible tardan 100 años o más en degradarse; ante este problema es necesario explorar otros materiales para su fabricación.

El tipo de envase que más se emplea en los viveros de México es el de polietileno negro, aunque han sido de dimensiones inapropiadas para la producción de plántulas vigorosas. En general, para la propagación de pinos se recomienda un tamaño de bolsa de 7×20 cm o 10×20 cm y para latifoliadas 10×23 cm, en ambos casos con fondo (Patiño y Marín, 1983). Entre sus principales desventajas están la dificultad para mecanizar las operaciones y el crecimiento de la raíz en espiral dentro del envase (Liegel y Venator 1987).

3.4 Envases biodegradables

Actualmente hay muchos factores que combinados están impulsando la producción de plásticos biodegradables en el mundo. Algunos de estos son: el precio ascendente y alto de las resinas derivadas del petróleo, la creciente concientización a los consumidores sobre la problemática de la contaminación del medio ambiente y la promulgación de nuevas leyes gubernamentales en varios países que impulsan el uso de plásticos biodegradables. Los bio-envases presentan una opción nueva en el conjunto de estrategias ambientales demandadas por la sociedad. (López 2014).

Según PlasticsEurope (2018), la producción mundial de plásticos en 2017 alcanzó los 348 millones de toneladas, siendo Asia la mayor productora con el 50.1% del total, seguido de Europa con 18.5% y la NAFTA5 con 17.7%. La producción en Latinoamérica fue el 4%. La mayor parte de estos plásticos se emplean para la fabricación de envases, conocidos como productos de un solo uso. Sólo en Europa la demanda de plásticos para envases fue del 39.9% en 2016 (Greenpace 2020).

En los últimos años, los envases y películas biodegradables que no son de plástico han comenzado a integrarse como una alternativa al envasado de plástico estándar. Los envases biodegradables se producen utilizando biopolímeros, que son moléculas que a menudo se encuentran en organismos vivos, como la celulosa y las proteínas. Esto significa que pueden consumirse de forma segura, degradarse rápidamente y, a menudo, crearse a partir de productos de desecho de plantas (Ivonkovic *et al.* 2017).

En un estudio realizado por Muñoz *et al.* (2011), en el cual el objetivo fue evaluar la factibilidad técnica de utilizar contenedores biodegradables (de fibra de coco), en comparación con charolas Styroblock de 60 y 77 cavidades para la producción de *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea*, se demostró que a los tres meses de estancia en vivero, los individuos de *E. cyclocarpum* en los contenedores de fibra de coco lograron una altura de 24.8 cm, que fue significativamente superior ($P > F = < 0.0001$) a los valores registrados cuando se usaron charolas de 60 y 77 cavidades (14.9 cm).

A partir de almidón se pueden elaborar bolsas para vivero, las cuales son plenamente biodegradables, no obstante, presentan algunas limitaciones tales como: la sensibilidad al agua, la retrogradación y las bajas propiedades mecánicas (Xie *et al.* 2015). Estas limitantes dificultan el uso del almidón termoplástico en el diseño de materiales biodegradables, por lo que se requiere mezclarlo con otros polímeros termoplásticos biodegradables menos hidrofílicos (Castañeda 2012). Para determinar el uso de estas bolsas biodegradables, se requiere de estudios que permitan evaluar el deterioro en campo de estas bolsas biodegradables, determinando la variación de sus propiedades, principalmente las propiedades mecánicas (Bilk *et al.* 2010).

3.5 *Swietenia humilis* Zucarini

3.5.1 Taxonomía y distribución

Swietenia humilis Zucarini, es comúnmente conocida como caoba. Perteneció a la familia Meliaceae, del orden Sapindales y se encuentra taxonómicamente en la subclase: Magnoliidae dentro de la clase Equisetopsida. Se encuentra en bosques secos y húmedos, desde México hasta Bolivia y Venezuela, además en la Guyana Francesa y Brasil. Por ser una especie maderable de gran importancia, se ha cultivado en plantaciones o sistemas agroforestales en las regiones tropicales del mundo (Jiménez 2010).

En Honduras la caoba se le encuentra en casi todas las regiones montañosas húmedas y subhúmedas; es frecuentemente abundante en los bosques tropicales húmedos de los Departamentos de Atlántida, Colón, Gracias a Dios y Olancho (Mendieta *et al.* 1999).

3.5.2 Descripción botánica

Esta especie generalmente tolera amplios rangos de luz solar y es considerada como pionera. Su hábitat natural es el bosque tropical y subtropical de bajura, frecuentemente encontrada entre los 50 y 500 msnm y puede llegar hasta los 1,400 msnm, con temperaturas entre 22-28 °C y precipitaciones entre 1,000-2,500 mm anuales (OFI-CATIE 2003). Dentro de su distribución natural, se ha encontrado en suelos aluviales, volcánicos, con arcillas pesadas y derivados de piedra, caliza, granito, entre otros, con formaciones de rocas ígneas o metamórficas sedimentarias (Krisnawati *et al.* 2011).

Los árboles maduros de esta especie pueden llegar a los 35 m de altura, con hojas generalmente paripinnadas y alternas, alcanzan los 40 cm de largo. Los folíolos son de oblongo a oblongo-lanceolado u ovados con 9-11.3 cm de largo y 3-5.5 cm de ancho.

Las flores son aromáticas, agrupadas en inflorescencias axilares o sub terminales de 10 a 18 cm de largo, mientras que los frutos son cápsulas erectas, de color pardo-grisáceo, con 10-15 cm de largo y 6-10 cm de ancho y semillas café castaño (Jiménez 2010).

3.5.3 Usos y conservación

La madera de caoba es de alta calidad, de excelentes cualidades y tiene un gran potencial para la reforestación, con el fin de mejorar la calidad del suelo, y para la producción forestal (Krisnawati *et al.* 2011). Su madera ha sido muy apreciada a nivel mundial, generalmente en la confección de muebles por ser moderadamente pesada (peso específico 0.45), de secado rápido y se trabaja con facilidad, además posee una excelente durabilidad natural y un atractivo acabado (Carpio 2003). También, puede ser utilizada en construcción ligera, de embarcaciones, instrumentos musicales y tableros, posee muchas facilidades de aserrío y secado, además de resistencia a insectos, con un acabado cepillado y pulido muy apreciado, lo cual incide en el alto precio a nivel nacional e internacional (OFI-CATIE 2003).

A nivel internacional, se encuentra en el II Apéndice de la convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), con el fin de controlar el comercio y mantener la supervivencia de la especie (UNEP-WCMC 2003). Además, forma parte de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), clasificada como vulnerable lo que significa que no se encuentra en peligro crítico a nivel general, sin embargo, enfrenta un alto riesgo de extinción en su estado natural a mediano plazo (IUCN 2013).

3.5.4 Propagación de caoba

El proceso de germinación de las semillas de caoba se inicia con la siembra de éstas en los germinadores, o directamente en las bolsas llenas con suelo. Cuando las semillas están frescas, la germinación empieza a los 10 o 20 días de colocadas en el germinador y termina 40 días después. El tiempo promedio de germinación es de 28 días solamente y a una temperatura entre 25 a 32° C. Si son semillas recientemente colectadas se consigue hasta 95% de germinación, pero si éstas son almacenadas y sembradas después de 2 meses, se consigue de 30 a 50%.

En las camas de cría se colocan bolsas plásticas llenas con suelo suelto, de 0,25 a un kilo aproximadamente, donde son resembradas las plantitas de caoba. También se pueden sembrar en cilindros de plástico de 4 pulgadas de largo por 1,5 de diámetro, lleno con sustrato humoso. El sustrato puede estar constituido por una mezcla de: suelo (60%) y aserrín (40%); o simplemente suelo suelto bien mullido. Para el caso de cilindros, se debe preparar una mezcla especial que contenga 90% de materia orgánica y 10% de suelo.

3.6 *Cedrela odorata*

3.6.1 Taxonomía y distribución

Cedrela odorata fue descrita y clasificada por Linnaeus en 1759. Desde entonces, la especie ha sido descrita con varios nombres y se ha dado la misma clasificación a diferentes especies.

La familia *Meliaceae* a la cual pertenece el género *Cedrela*, incluye cerca de 50 géneros y 800 especies distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de América, Asia, África, Australia y Nueva Zelandia (Rojas y Torres 2013).

Tabla 1. Taxonomía del cedro *Cedrela odorata* L.

Reino	División	Clase	Orden	Familia	Genero
<i>Plantae</i>	<i>Magnoliophyta</i>	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Sapindales</i>	<i>Meliaceae</i>	<i>Cedrela</i>

Fuente: Rojas y Torres 2013.

Se la encuentra desde el norte de México hasta Bolivia y el norte de Argentina, así como en las islas del Caribe. Debido a su amplia distribución en América tropical forma parte de la flora nativa de la mayoría de los países latinoamericanos, a excepción de Chile. Es una especie neotropical cuyo rango sobrepasa el de *Swietenia*, ya que se extiende hasta el Caribe, el norte de la Amazonia (las Guayanas) y mucho más al sur, en el bosque del Atlántico brasileño y Argentina (Grogan *et al.* 2016).

3.6.2 Descripción botánica

De acuerdo con Grau *et al.* (2006), el cedro es un árbol grande, deciduo, de hasta 40 m de altura, con copa amplia, follaje ralo y de textura media. Presenta raíces extendidas y superficiales y base de fuste con aletones bien desarrollados, en suelos poco profundos e inclinados y raíces profundas y base acanalada, en suelos fértiles de llanuras aluviales. El fuste es cilíndrico; la corteza muerta es agrietada, desprendible en placas grandes de color gris; la corteza viva es fibrosa, rosada que oxida a rojo pardo. Exudado escaso, gomoso que brota en puntos aislados.

Las hojas son alternas, paripinnadas, sin estípulas, agrupadas al final de la rama, de 5-11 pares de folíolos opuestos, lanceolados a ovalados, ápice acuminado, raramente agudo, base desigual marcadamente oblicua, borde entero, glabros. Inflorescencia terminal en panícula, flores perfectas de 6-9 mm de longitud, blancas.

El fruto es una cápsula oblongo elipsoidal de 4-7 cm de longitud, con dehiscencia septicida, dividida en 5 lóculos que contienen de 30 a 40 semillas fértiles. Un kilo contiene de 32.000 a 50.000 semillas. La semilla es achatada, ovalada, de 0.5 cm de largo y alada (Grau *et al.* 2006).

3.6.3 Usos y conservación

Su madera es considerada como fina y preciosa, y se utiliza por su alta calidad en la fabricación de muebles de lujo, artículos torneados, chapa y ebanistería (Morales y Herrera 2009); en el campo se utiliza en la construcción, como combustible (leña), como sombra en potreros, cafetales y plantaciones de cacao. Actualmente, después de la caoba es la especie maderable más importante de la industria forestal en el país (Semarnat 2013).

Debido a la calidad de la madera del cedro rojo, los individuos de esta especie se han cortado selectivamente en bosques naturales desde hace 250 años para usos locales y para exportación (CITES 2007), los árboles de gran diámetro y fuste recto actualmente son escasos en estas poblaciones.

A fines del año 2010 se publica la actualización de la NOM-059 y por primera vez se incluye a *Cedrela odorata* dentro de la lista de especies protegidas; se incorpora dentro de la categoría: sujeta a protección especial (Pr), que incluye a “Aquellas especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas” (Semarnat 2010).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) considera al cedro rojo en la categoría de vulnerable (VU), es decir un taxón que enfrenta un alto riesgo de extinción en estado silvestre en el mediano plazo o en un futuro cercano (Mark y Rivers 2017).

3.6.4 Propagación de cedro

Los frutos deben colectarse cuando pasan de color verde a marrón café, justo antes de que las valvas abran (Cárdenas *et al.* 2015). Para lograr la dehiscencia, pueden secarse al sol por 24-35 horas o colocarse a la sombra bajo buena ventilación; la semilla no debe exponerse al sol directo ya que pierde viabilidad rápidamente (Gómez *et al.* 2013). Las condiciones ideales para almacenar la semilla hasta por un año es en bolsas plásticas o empaques cerrados herméticamente, a una temperatura de entre 3 y 5 °C (Trujillo 2013).

La germinación de esta especie es epigea (Gómez *et al.* 2013) y sucede rápidamente alcanzando porcentajes de germinación por encima del 70% (Cárdenas *et al.* 2015). Debido a que estas semillas no tienen ningún tipo de latencia, el tiempo de germinación puede reducirse y uniformizarse si las semillas son sumergidas en agua por un periodo de 24 horas antes de la siembra (Trujillo 2013).

En condiciones de vivero, se recomienda la siembra en camas de germinación a una densidad de aproximadamente de 2000 semillas por m² (Trujillo 2013); el sustrato debe ser de textura arenosa el cual debe ser lavado y desinfectado previamente (Gómez *et al.* 2013). Bajo condiciones adecuadas de humedad y luz las plántulas presentan un desarrollo inicial rápido. Posterior a la germinación, las plántulas se pueden llevar a bolsa cuando tengan entre 5 y 10 cm (Gómez *et al.* 2013) o entre 5 y 8 cm.

A partir del trasplante a bolsa, las plántulas deben permanecer bajo sombrío hasta que alcancen una altura entre 20-25 y 30 cm, momento en el cual podrán ser llevadas a campo para plantación (Gómez *et al.* 2013). En cuanto a la propagación vegetativa, Castaño *et al.* (2007), mencionan que la propagación por estacas tiene la dificultad que no asegura la continuidad de la plantación, debido a que por este medio las raíces no se desarrollan adecuadamente y los árboles soportan con menor vigor las épocas secas y el efecto de los vientos.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Lugar de estudio

Este estudio se realizó en las instalaciones del vivero forestal Sauces, ubicado en el campus de la Universidad Nacional de Agricultura, la cual se encuentra ubicada a seis kilómetros de la ciudad de Catacamas, Olancho. Su temperatura promedio anual es de 26° centígrados, la precipitación pluvial es de 1200 mm por año y se encuentra entre una altitud de 300 msnm (Figura 1).

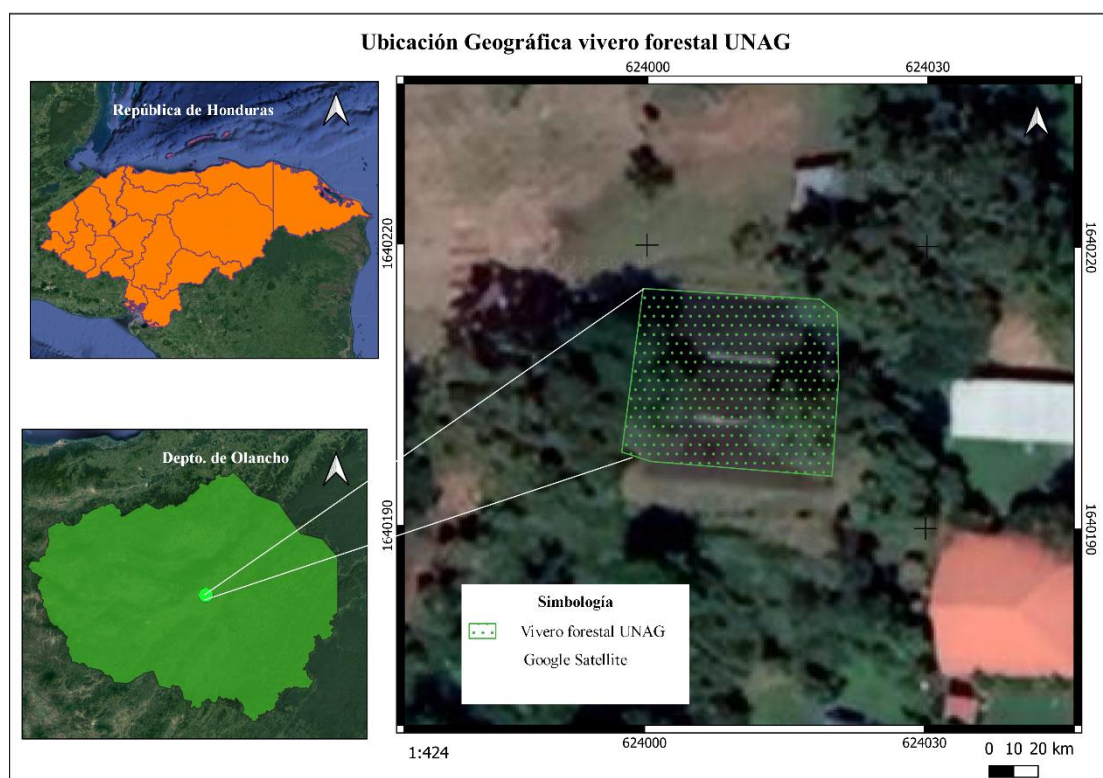


Figura 1. Vivero Forestal de la Universidad Nacional de Agricultura

4.2 Materiales y equipo

En la fase 1 sobre aplicación de encuestas en las comunidades Pech, los materiales que se utilizaron fueron: Tarjetas de las especies maderables, lápiz, cuaderno de campo.

En la fase II de vivero los materiales usados fueron: Sustrato de tierra negra, casulla de café, semillas de *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata*, en la elaboración de envases biodegradables se utilizó botella de plástico de 1.5 litros, tijera, papel periódico, papel bond, envase de fieltro y cinta adhesiva. Las herramientas para la producción y evaluación de plantas en etapa de vivero fueron: Azadon, piocha, pala, sustrato, carreta de mano, regla y balanza gramera.

El equipó utilizado en el estudio fue: Cámara fotográfica, computadora, Qgis, InfoStat[®], PowerPoint[®], Excel[®] y Word[®].

4.3 Método

El estudio se realizó en el vivero Sauces en la Universidad Nacional de Agricultura. El tipo de investigación fue cuantitativa.

4.3.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA), con 4 tratamientos, teniendo como: T1 envases de papel periódico, T2 envase de papel bond, T3 envase de fieltro y T4 bolsa de polietileno se usó como testigo, con 3 repeticiones para un total de 240 unidades experimentales por cada especie evaluada, donde habian 20 plantas por grupo en cada repetición, teniendo 60 individuos por tratamiento. Se propagaron especies maderables de caoba del pacifico (*Swietenia humilis*) y cedro amargo (*Cedrela odorata*). Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA).

4.3.2 Descripción de los tratamientos

Tabla 2. Tratamientos evaluados en etapa de vivero, con especies de *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata*

Tratamientos	Descripción
T1	Envase elaborado con papel periódico
T2	Envase elaborado con papel bond
T3	Envase comprado en China bolsa de fieltro
T4	Bolsa de polietileno (testigo)

4.3.3 Variables evaluadas

Altura de la planta (cm): Se seleccionaron cinco plantas como muestra por repetición tomando las plantas del centro, la medición se realizó con una regla graduada, desde el cuello de la raíz hasta el último brote apical. Las mediciones se realizaron una vez por semana. La toma de datos se realizó por cada unidad experimental (planta), la frecuencia con la que se tomaron las lecturas fueron a los 6, 14 y 22 días en la especie de *Cedrela odorata*, y a los 9, 17 y 25 días después de germinación en la especie de *Swietenia humilis*.

Medición en cm parte aérea y radicular de la planta: Con la ayuda de la aplicación *Random Generator Key*, se aleatorizaron en primer lugar las repeticiones y se tomó una repetición por cada tratamiento, luego se aleatorizaron tres plantas al azar de la repetición seleccionada, por último, se procedió a descubrir sus raíces y parte aérea. Esta actividad se hizo a los 32 días en la especie de *Cedrela odorata* y a los 27 días después de germinación en la especie de *Swietenia humilis*. Para medir la parte radicular, se procedió retirar el sustrato a las plantas seleccionada hasta quedar libres las raíces, estas fueron medidas con una regla graduada en centímetros desde el cuello de la raíz hasta la punta de la raíz pivotante.

Peso fresco aéreo y radicular en g: Para calcular el peso fresco aéreo y radicular en g, se utilizaron las mismas plantas de la variable anterior, donde se cortó la parte aérea y radicular utilizando una tijera, luego en el laboratorio de suelos en la Universidad Nacional de Agricultura, se peso en una balanza gramera digital. Se realizó a los 32 días en la especie de *Cedrela odorata* y a los 27 días después de germinación en la especie de *Swietenia humilis*.

4.4 Modelo estadístico

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

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta

μ = Media general

E = Tipo de envase

ε_{ij} = Error experimental

4.5 Priorización de especies arbóreas promisorias nativas en dos comunidades Pech

Para poder lograr este objetivo se visitó a las dos comunidades Pech de Pueblo Nuevo Subirana y El Culuco, donde se interrogaron a 20 familias por comunidad, para poder saber que especies de árboles maderables preferían, esto se hizo mostrándoles tarjetas de ocho especies maderables de caoba, cedro amargo, laurel blanco, cortez amarillo, granadillo rojo, redondo, macuelizo, santa maria y se les pidió que las ordenaran de mayor a menor importancia, de acuerdo a su percepción.

4.6 Descripción del proceso de elaboración de los envases biodegradables

Se recolectaron los materiales como ser: papel periódico, papel bond, tijera, cinta adhesiva botella de plástico de 1.5 litros cortando la botella de la parte superior y inferior, luego se procedió a doblar el papel periódico por la mitad y colocarlo en forma circular colocandole al final un poco de cinta adhesiva para poder sujetar el envase, seguido en la parte inferior se doblo por los dos extremos hacia el centro y se colocó un poco de cinta adhesiva más, finalmente se hizo presión con la mano por la parte de adentro del envase hasta dejar el envase más fuerte.

Los envases utilizados en el estudio tienen las siguientes medidas:

Envase biodegradable elaborado de papel periódico: 9x10 cm

Envase biodegradable elaborado de papel bond: 8x9 cm

Envase biodegradable de fieltro: 18x20 cm

Bolsa de polietileno: 7x8 cm

Actividades que se desarrollaron en el vivero durante el estudio (Figura 2).

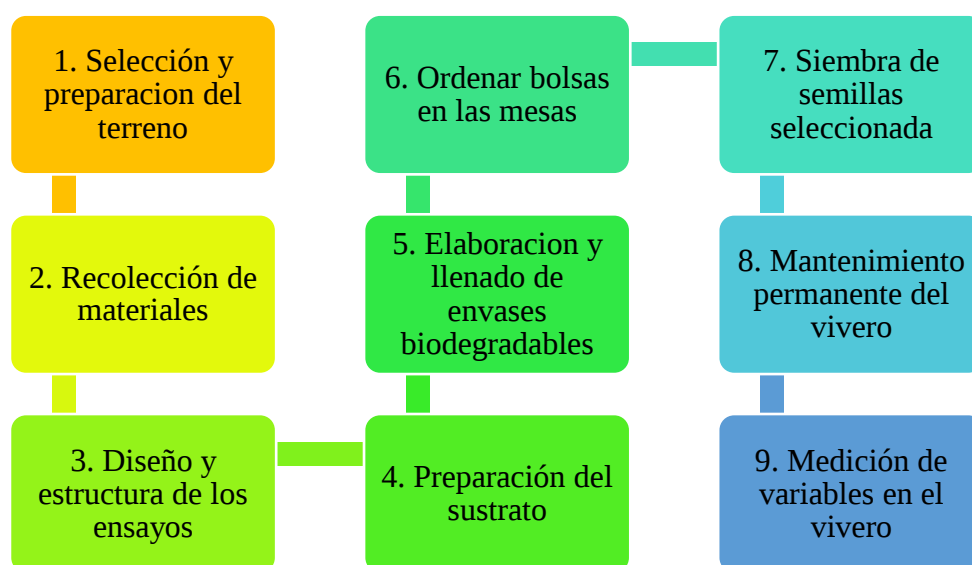


Figura 2. Actividades realizadas en el vivero de la UNAG, Catacamas, Olancho

4.6.1 Manejo del experimento

Siembra: La siembra se realizó el 4 de febrero del 2023, donde se colocó una semilla por envase.

Se colocó sombra en el cual se utilizó sacate seco durante el período de germinación, para mantener la humedad de las bolsas, esta se retiró a los 20 días cuando la mayoría de plantas germinaron.

Riego: Es una actividad que consiste en aportar agua para favorecer el crecimiento, desarrollo y alimentación de las plantas. Se realizaron riegos dos veces por día a excepción de los días que hubo precipitación, durante toda su estadía en el vivero.

Control de malezas: Esta actividad se realizó cada quince días, para evitar la competencia de la vegetación original del terreno con las plantas que se producen, y facilita el control de insectos (hormigas, grillos, etc).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Priorizar las especies maderables en la comunidad Pech El Culuco

Según la información recopilada en la Comunidad de El Culuco sobre el uso e importancia de las especies maderables, se logró identificar que un 70% de las familias prefieren la especie de caoba del pacifico (*Swietenia humilis*), seguidamente un 60% de la población prefieren la especie de cedro (*Cedrela odorata*), un 50% prefiere especie de Laurel blanco (*Cordia alliodora*), un 40% de la población prefieren la especie de Cortez amarillo. La población prefiere estas especies debido que la madera es un material natural y renovable que se ha utilizado durante siglos en la construcción de viviendas, muebles, herramientas y otros productos.

Caso contrario, las especies que obtuvieron menor aceptación fueron: especie de granadillo rojo con un 10% (*Dalbergia glomerata*), un 10% prefieren la especie de redondo (*Magnolia yoronconte*), macuelizo (*Tabebuia rosea*) y santa maría (*Calophyllum brasiliense*), estas especies obtuvieron poca aceptación ya que las personas de la comunidad no las conocía (Figura 3).

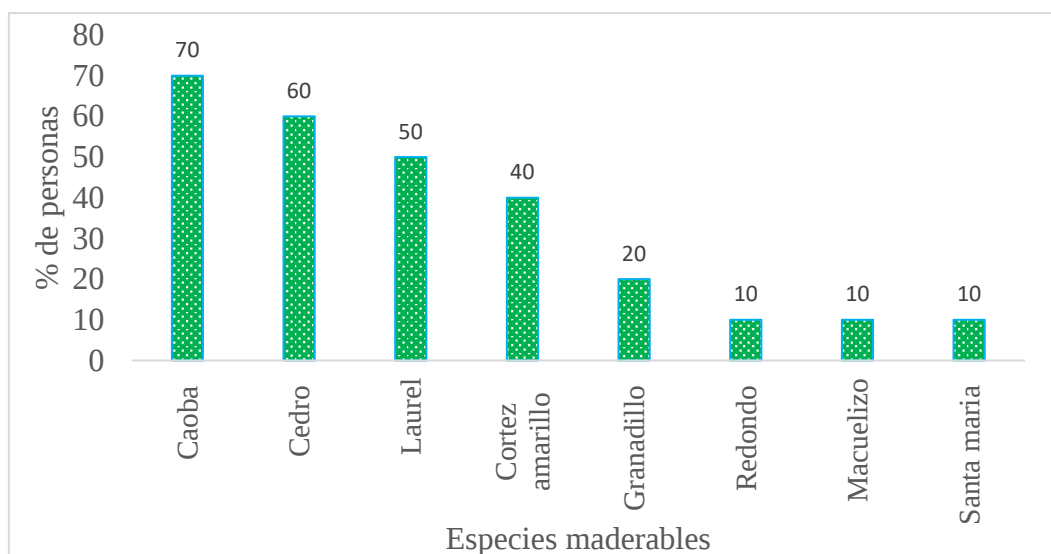


Figura 3. Especies maderables de acuerdo al sondeo en la comunidad de El Culuco

Según la información obtenida, un 60% de la población en la comunidad de Pueblo Nuevo Subirana que prefieren la especie maderable de caoba (*Swietenia humilis*), un 50% de la población la especie de cedro (*Cedrela odorata*) y un 30% laurel blanco (*Cordia alliodora*), un 20% cortez amarillo y de menor importancia un 10% de la población prefieren la especie de granadillo rojo (*Tabebuia rosea*), redondo (*Magnolia yoronconte*), macuelizo (*Tabebuia rosea*) y santa maria (*Calophyllum brasiliense*) (Figura 4).

Las especies maderables de caoba y cedro fueron las que obtuvieron mayor aceptación en las dos comunidades Pech, debido a que la madera de estas especies tienen una estética cálida y atractiva, y muchas personas prefieren el aspecto y la sensación de los muebles y objetos de madera en comparación con los materiales sintéticos.

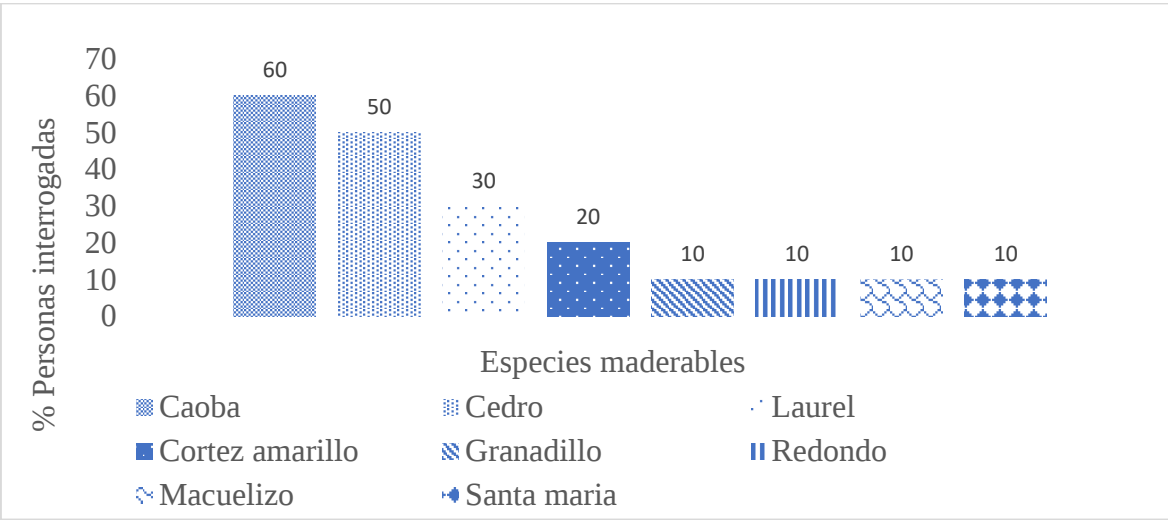


Figura 4. Especies de mayor y menor importancia de acuerdo al sondeo en la comunidad de Pueblo Nuevo Subirana

5.2 Resultados del experimento realizado en el vivero

5.2.1 Prueba estadística para la variable altura de la planta en cedro amargo

Con base al análisis estadístico (Anexo 6), se encontró que los tratamientos: T1 envase de papel periódico, T2 envase de papel bond, T3 envase de fieltro, T4 bolsa de polietileno, no influyeron en la altura de las plantas de cedro amargo, ya que no se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos siendo a los 6 días ($P=0.8018$), 14 días ($P=0.8018$) y a los 22 días ($P=0.8018$) (Figura 5).

Promedios con igual número de letra no son estadísticamente diferentes, lo que indica que no existió una diferencia estadísticamente significativa o comportamiento anormal de las plántulas con los tratamientos aplicados para la variable, esto se debe ya que son plantas perennes su crecimiento es lento comparado con las plantas anuales.

De acuerdo con León-Gallegos (2016), existen varias razones por las cuales las plantas pueden tener una altura similar en los primeros días o semanas de su crecimiento (las semillas pueden ser de la misma variedad y haber sido sembradas en condiciones similares, como en un mismo tipo de suelo, con la misma cantidad de agua y luz, lo que les da un comienzo igualitario en términos de crecimiento), por otro lado las plantas pueden estar compitiendo por los mismos recursos, como agua, luz y nutrientes, en una etapa temprana de su crecimiento, lo que puede limitar su crecimiento y llevar a que todas tengan una altura similar.

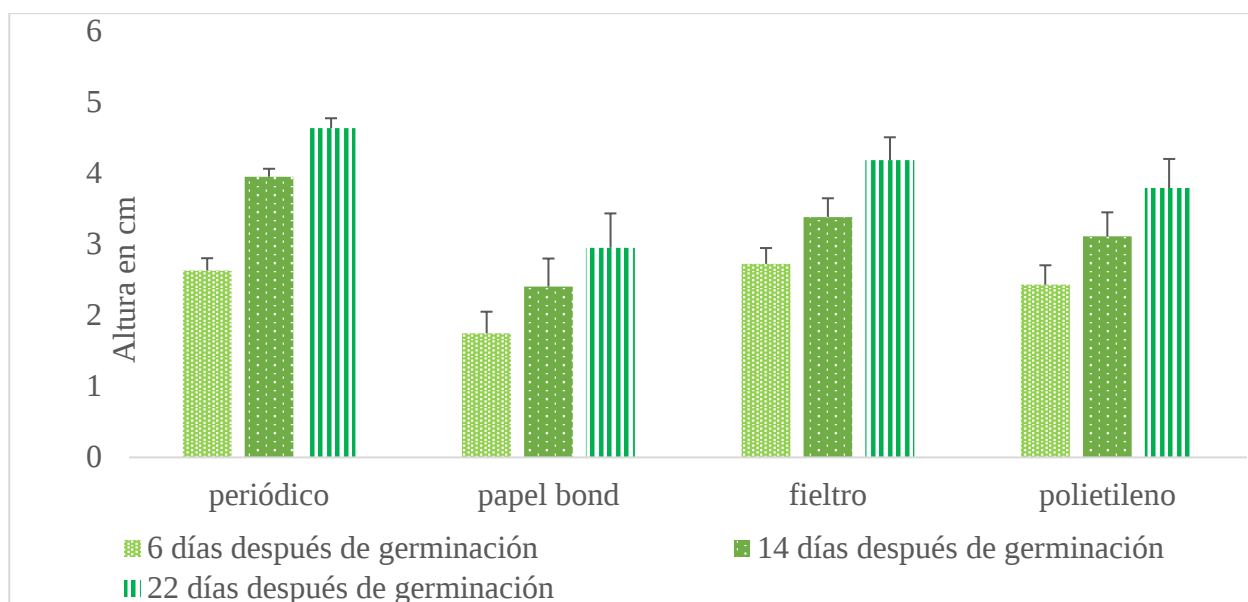


Figura 5. Comportamiento de la altura promedio en plántulas de cedro amargo (*Cedrela odorata*)

5.3 Prueba estadística para la variable altura en caoba del pacifico

Según el análisis de varianza (anexo 7), no hay diferencia estadística en la variable evaluada altura de la planta en la especie de *Swietenia humilis* siendo a los 9 días ($P=0.0557$) 17 días ($P= 0.0371$) y 25 días ($P= 0.0585$) (Figura 6).

Estos resultados obtenidos en el estudio concuerda con (Becerra 2000), los factores que influyen en la calidad de las plantas de *swietenia humilis* son cuatro los que más influyen para la obtención de plantas de calidad en un vivero y estos son: Sustrato o medio de cultivo, fuente de semilla, riego y fertilización.

Según León-Gallegos (2016), cuando los plantones de caoba hayan logrado cierta rigidez en el vivero y alcanzado entre 10 y 15 cm de altura, éstas deben ser expuestas a las condiciones ambientales naturales; en este momento se debe retirar la cobertura que servía de protección inicial. Esta nueva fase permite dar condiciones adecuadas a los plantones, para que, al momento del trasplante, sufran el menor stress posible por efecto de la radiación solar y demás factores ambientales al cual estarán expuestas.

Esta especie es heliófita, aunque en su juventud tolera sombra ligera. En los lugares donde hay poca luz, las plantas jóvenes crecen lentamente, pero cuando se abre el dosel y reciben suficiente iluminación, se produce un rápido crecimiento como producto de la intensificación de la fotosíntesis.

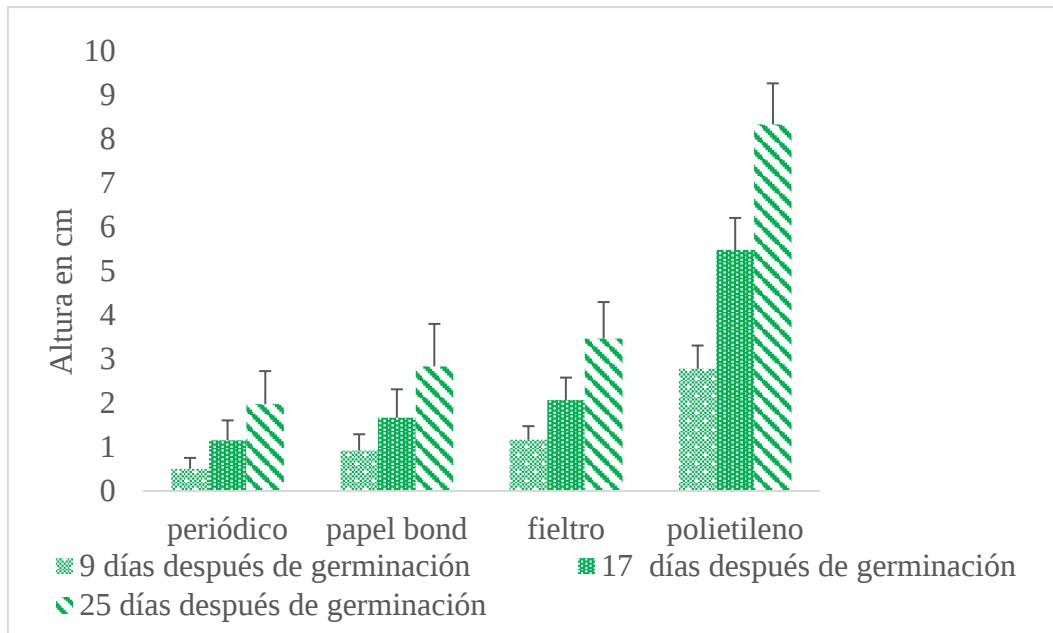


Figura 6. Comportamiento de la altura promedio en plántulas de *Swietenia humilis*

5.4 Medición en cm parte aérea y subterránea de *Cedrela odorata*

Las plantas de *Cedrela odorata* en el T1, T3 presentaron un promedio de altura de 5 cm, T2 y T4, una altura de 4 cm, de igual manera el sistema radicular de las plantas en el T1, T2, T4 presentaron un promedio de longitud radicular de 4 cm, en el T3 una longitud radicular de 3 cm, no hay diferencia entre la altura y sistema radicular de las plantas evaluadas, debido a que el sustrato que se usó era el mismo para todos los tratamientos evaluados (Figura 7).

El comportamiento de la altura aérea y sistema radicular fueron iguales, debido a que las tomas de datos se hicieron durante las primeras semanas, y las plantas en vivero tenían las mismas condiciones de luz solar, agua y el sustrato era el mismo para todos los tratamientos. Esta información concuerda con Barrientos (2011), el cedro responde muy bien cuando el sustrato tiene compost; se han obtenido tasas de crecimiento en altura hasta

dos veces mayores que las obtenidas empleando suelo únicamente y confirma esta recomendación, que el sustrato de tierra negra, arena y estiércol vacuno en proporciones 2:1:1 mejora la altura de las plantas, el diámetro del tallo y el número de hojas por planta.

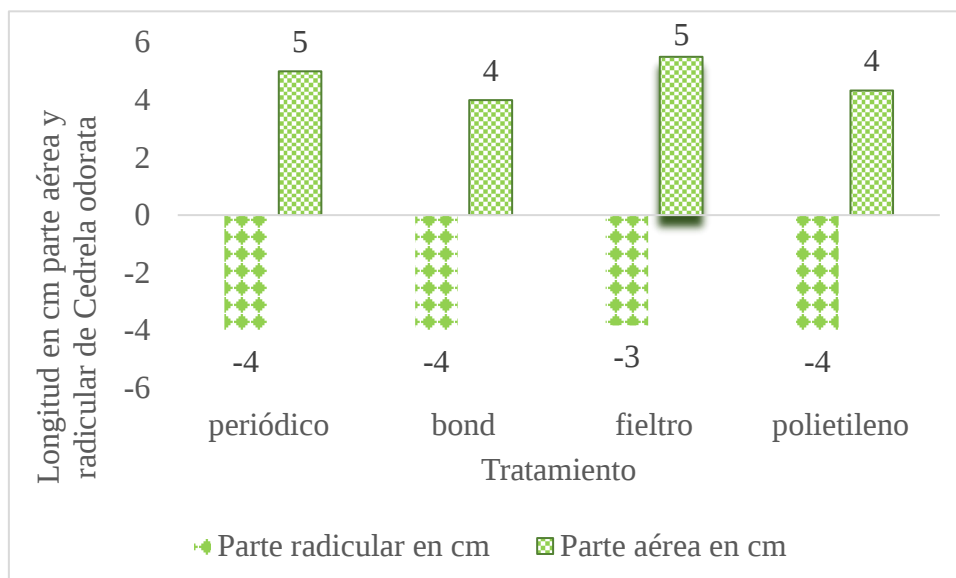


Figura 7. Medición de parte aérea y subterránea a los 32 días después germinación

5.5 Medición en cm de aérea foliar y subterránea de *Swietenia humilis*

De acuerdo con los resultados obtenidos, el T3 y T4, presentaron un promedio de altura de 13 cm y el T2 y T1 un promedio de altura de 11 cm, seguidamente en el T4 teniendo un promedio mayor de sistema radicular de -13 cm en las plantas producidas en bolsas de polietileno, caso contrario el T4, presentó sistema radicular menor de -5.5 cm (Figura 8).

Esto se ve influenciado principalmente porque según Garibay (2016), las plantas con raíces pivotantes como el caso de la caoba *Swietenia humilis* presentan mejor desarrollo en envases altos, ya que el tamaño del envase deberá ser de acuerdo a la especie que se propaga, el cual está en la función del volumen profundidad y diámetro. Dichas características impactan principalmente en el crecimiento y desarrollo de raíces y parte aérea, de igual manera la cantidad de agua y disponibilidad de nutrimentos como se destaca en los envases testigos de polietileno utilizadas en el T4, que concuerda con los resultados de la altura de la plántula reflejados en el T2 donde se utilizó el papel bond que se crearon con una altura menor siendo los más pequeños de los envases.

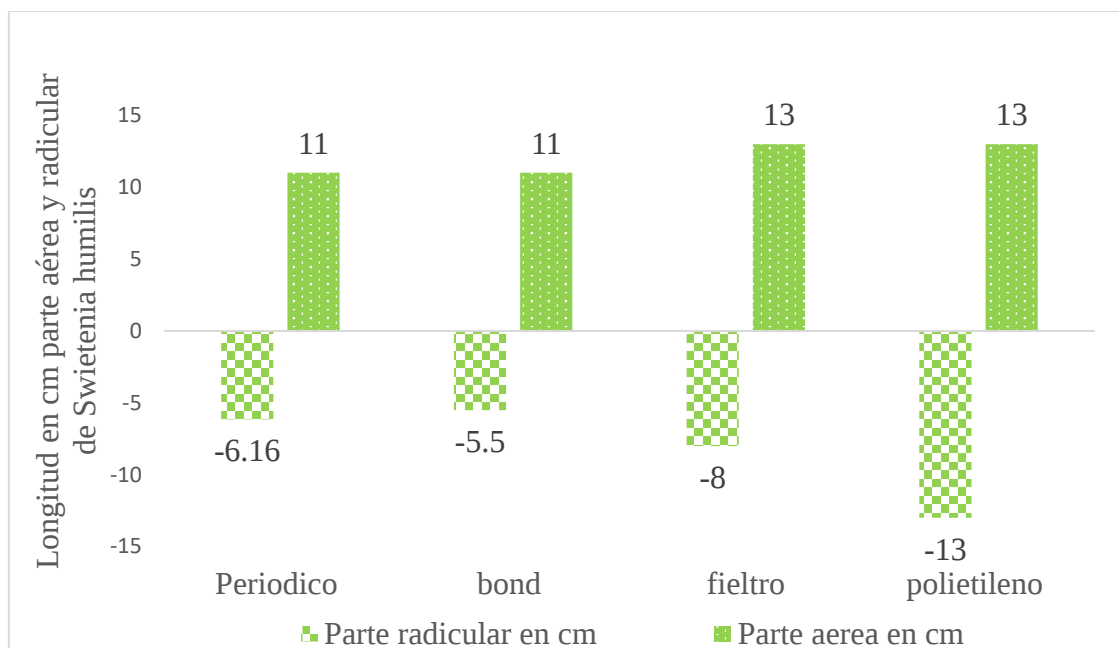


Figura 8. Medición de parte aérea y subterránea a los 27 días después de germinación

5.6 Peso fresco parte aérea y subterránea en g a los 32 días después de germinación

En el T1 envase de papel periódico presentó mayor peso en gramos teniendo un 0.10 g de la parte aérea y un peso radicular de -0.05g seguido el T4 el testigo de bolsa de polietileno con 0.06 g, por último, teniendo los tratamientos 2 y 3 con un peso de 0.03 g en los cuales se presentaron resultados menores en comparación con el periódico tanto para raíz y área foliar (Figura 9).

Estos resultados concuerdan con Garibay (2016) que de acuerdo a investigaciones realizadas concluyen de manera general que las plantas con raíces poco profundas como el caso de la especie de *Cedrela odorata* presentan mejor desarrollo en la altura del tallo en recipientes cortos como sucedió en los recipientes de periódico en donde los resultados en el peso y sistema radicular son similares.

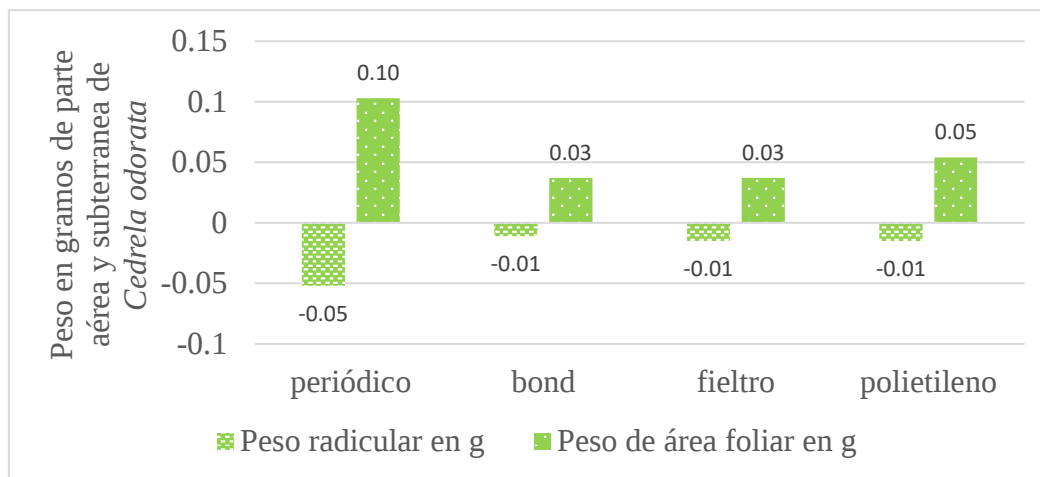


Figura 9. Peso fresco aéreo y sistema radicular de *Cedrela odorata*

5.7 Peso fresco parte aérea y subterránea en g a los 27 días después de germinación

Con respecto a la variable peso fresco parte aérea las plantas en el T1 envases de papel periódico presentaron un peso mayor de 0.55 g, seguidamente T3 envase de fieltro con un 0.47 g, por último, en el T2 envase de papel bond un peso menor de 0.18 g, en el caso del peso subterráneo el T4 presentó un peso mayor de -0.16 g, T2 envase de papel bond un peso menor de -0.09, esto se debe principalmente a la pérdida de agua en estos envases o al tipo de especie (Figura 9).

Estos resultados concuerdan con Garibay (2016), las plantas con raíces pivotantes como el caso de la caoba *Swietenia humilis* presentan un mayor desarrollo aéreo y radicular en envases altos. Además un estudio que se realizó Gustavo y Ordaz (2016), sobre producción de plántulas de caoba *Swietenia humilis* inoculadas con suelo rizosférico nativo de selva mediana en el Sur de Quintana Roo solo en los 180 días fueron similares los promedios al tratamiento rizosférico. Por otro lado, el tratamiento con suelo rizosférico indujo las plántulas con mayor área foliar y a su vez las raíces presentaron alta colonización por estructuras micorrízicas. Los sustratos sirven para la retención agua y nutrientes, es un lugar de intercambio de gases y los nutrientes y también sirven como anclaje para el sistema radicular de la planta.

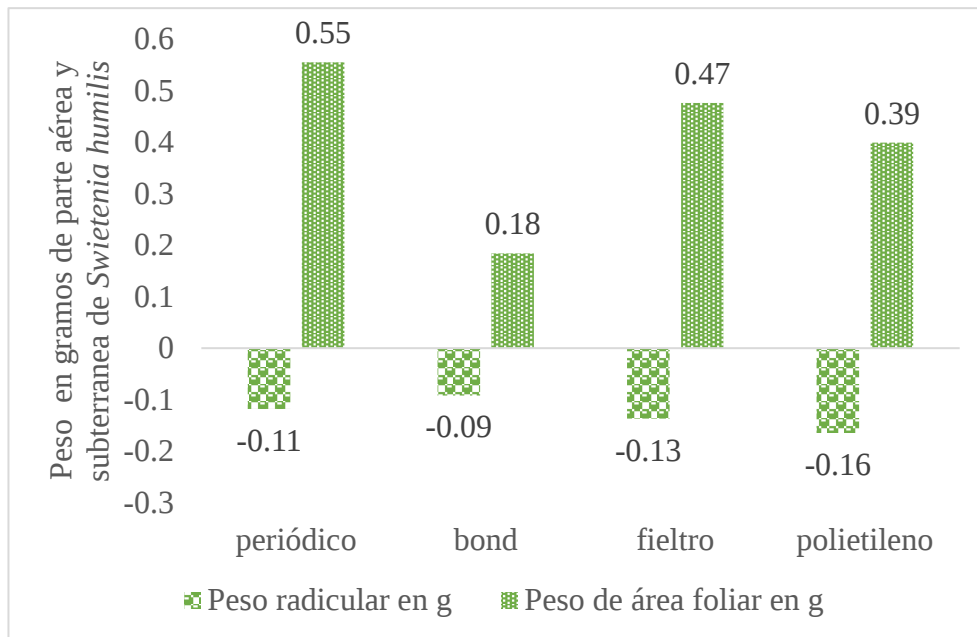


Figura 10. Peso fresco aéreo y sistema radicular de *Swietenia humilis*

VI. CONCLUSIONES

- a. Tras realizar el estudio en las comunidades Pech de Pueblo Nuevo Subirana y El Culuco se determinó que dichas comunidades prefieren especies de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis* debido a su alto valor comercial, económico y cultural.
- b. El uso de materiales biodegradables para la propagación de especies vegetales dependerá de las características específicas de cada especie, como el tipo de raíz que posee. Además, es importante considerar los requisitos de riego de estas especies en relación con el material utilizado, ya que algunos materiales retendrán más humedad que otros.
- c. Los materiales no biodegradables para la propagación de especies provocan contaminación en el entorno natural y agravan los problemas por presencia de residuos en las masas de agua y suelo, lo que se convierte en amenaza para los ecosistemas acuáticos y terrestres. Por otro lado, al hacer uso de envases biodegradables, se disminuye la contaminación ya que estos no producen residuos y por lo tanto al descomponerse no liberan elementos químicos ni gases a la atmósfera, reduciendo así la huella de carbono.

VII. RECOMENDACIONES

- a. Fortalecer a cada miembro de la comunidad mediante fortalecimiento de capacidades y asistencia técnica, de la misma manera dar seguimiento al estudio para poder establecer las parcelas de restauración en Pueblo Nuevo Subirana y El Culuco.
- b. Se recomienda evaluar el crecimiento de plantas de origen en diferentes tipos de envases según tamaño, tipo y contenido de sustrato para contribuir con mayor información en las bases silviculturales de especies forestales nativas.
- c. Usar bolsas de polietileno en la propagación de plantas con la especie de *Swietenia humilis*, debido a que presentó un mayor promedio de altura y porcentaje de germinación, en comparación con las semillas sembradas en los envases biodegradables el porcentaje de germinación fue menor.

VIII BIBLIOGRAFÍA

- Beyl, A; Trigiano, N. 2008. Introduction to plant propagation, en: Beyl, A. y Trigiano, N. (ed.), Plant propagation concepts and laboratory exercises, CRC Press, EUA.
- Bilck, AP; Grossmann, MVE; Yamashita, F. 2010. Biodegradable mulch films for strawberry production. Polym Test [Internet]. Elsevier Ltd. 29(4):4716.
- Cárdenas, LD; Castaño, AN; Sua, TS; Quintero BL. 2015. Planes de manejo para la conservación de Abarco, Caoba, Cedro, Palorosa y Canelo de los Andaquíes. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI, 2015. Bogotá, Colombia.
- Carpio, I. 2003. Maderas de Costa Rica: 150 especies forestales. Eds. A Ramírez, J Fallas. San José, Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica. p. 270.
- Castañeda Niño, JP. 2012. Estudio de la retrogradación en películas flexibles obtenidas a partir de mezclas de almidón nativo de yuca, ácido poli-láctico (PLA) y policaprolactona (PCL). [Tesis de Maestría]. [Santiago de Cali, Colombia] Universidad del Valle. 80 p.
- Castaño, AN; Cárdenas, LD; Otavo, RE. 2007. Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –SINCHI-. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, CORPOAMAZONIA. Editorial Scripto. Bogotá, Colombia. 266 p.
- CITES (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora). 2007. Decimocuarta reunión de la Conferencia de las Partes. La Haya (Países Bajos): CITES.

- Farfán, F. 2016. Residuos de la producción cafetera para la producción y uso como abonos orgánicos. Colombia. CENICAFE - Centro Nacional de Investigaciones de Café Disponible en: URL <https://www.infocafes.com/descargas/biblioteca8.pdf>.
- Fernández, HRO; Fernández, AMO; Álvarez, AF. 2017. Manual de propagación de plantas superiores. Primera Edición Digital. 91 p.
- Gómez, ML; Toro, JL; Piedrahita, C. 2013. Propagación y conservación de especies arbóreas nativas. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, Corantioquia. Medellín: Corantioquia, 360 p.
- Grau, A; Zapater, MA; Neumann, RA. 2006. Botánica y distribución del género *Cedrela* en el noroeste de Argentina. Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. Ediciones del Subtrópico, Tucumán, Argentina, 19-30.
- Greenpace. 2020. Datos sobre la producción de plásticos. Disponible en: Greenpace España: <https://es.greenpeace.org/es/trabajamosen/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>
- Grogan, J; Free, C; Pinelo Morales, G; Johnson, A; Alegría, R. 2016. Estado de conservación de las poblaciones de cinco especies maderables en concesiones forestales de la Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 314 p.
- Gutiérrez Rodríguez, EG; Muñoz Chaves, MJ. 2010. Evaluación de tres sistemas de producción dalmácigos de café (*Coffea arabica*) var. Caturra. [Tesis de Maestría]. [Zamorano, Honduras] Universidad de Zamorano. 24 p.
- Hartmann, HT; Kester, DE. 1997. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Quinta impresión. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. ISBN: 968-26-0789-2.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013, 1(en línea). Consultado el 7 de abril de 2023. Disponible en <http://www.iucnredlist.org/>
- Ivonkovic, A; Zeljko, K; Talic, S; Lasic, M. 2017. Biodegradable packaging in the food industry. *Journal of Food Safety and Food Quality.*, 68: 26-38.

- Jimenez, Q. 2010. Meliaceae. In. Manual de Plantas de Costa Rica: Volumen VI. Eds. B Hammel, M Grayum, C Herrera, N Zamora. s.l., Missouri Botanical Garden. p. 606-607.
- Krisnawati, H; Kallio, M; Kanninen, M. 2011. *Swietenia macrophylla* King: Ecology, silviculture and productivity. Bogor, Indonesia, CIFOR. 24p.
- Landis, TD; Tinus, RW; McDonald, SE; Barnett, JP. 1994. The Container Tree Nursery Manual. Agricultural Handbook 674. U.S.D.A. Forest Service. Washington, DC. USA. Vol. 2. 88 p.
- Liegel, LH; Venator, CR. 1987. A technical guide for forest nursery management in the Caribbean and Latin America. G.T.R. SO-67. Southern Forest Experimental Station. USDA Forest Service. New Orleans, LA. USA. 156 p.
- López Álvarez, JV. 2014. Bioplásticos: efectos e impactos sobre la gestión de los envases. Universidad Politécnica de Madrid-Cátedra Ecoembes, Madrid. Obtenido de http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/JTs/5009_doc_JVL%F3pez.pdf
- Luna, T; Landis, T; Dumroese, D; Kasten, R. 2012. Contenedores: Aspectos técnicos, biológicos y económicos. In: Contar di, L.; Gonda, H., coord. Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones; Comodoro Rivadavia: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco UNPSJB; Comodoro Rivadavia: Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, Argentina. p. 78-85.
- Mark, J; Rivers, MC. 2017. *Cedrela odorata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T32292A68080590. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T32292A68080590.en>.
- Mendieta, MR; Zapata, JB; Tom, JA. 1999. Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica: Honduras. Centro Científico Tropical, PROARCA/CAPAS. 51 p.
- Morales-Ortiz, E; Herrera-Tuz, L. 2009. Cedro (*Cedrela odorata* L.) Protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje. Mérida: Comisión Nacional Forestal. 18 p.

- Muñoz Flores, HJ; García Magaña, JJ; Coria Ávalos, VM; Orozco Gutiérrez, G; Muñoz Vega, YY. 2011. Características morfológicas de plántulas de dos especies forestales tropicales propagadas en contenedores biodegradables y charolas styroblock. *Revista mexicana de ciencias forestales* 2(8), 21-34.
- OFI-CATIE (Oxford Forestry Institute, UK - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2003. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Ed. J Cordero y D Boshier. s.l., p. 901-908.
- PlasticsEurope. 2018. Plastics - the Facts 2018. Bruselas: PlasticsEurope AISBL. Obtenido de https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf
- Quiñones, JR. 2015. Manual diseño y organización de viveros. CEDAF, Santo Domingo, República Dominicana. 44 p.
- Rojas-Rodríguez, F; Torres-Córdoba, G. 2013. Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción Cedro amargo (*Cedrela odorata* L.). *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 11(26): 25 – 27. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v11i26.1593>
- Rueda Sánchez, A; Benavides Solorio, JDD; Prieto-Ruiz, JÁ; Sáenz Reytez, J; Orozco-Gutiérrez, G; Molina Castañeda, A. 2012. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco. *Revista mexicana de ciencias forestales* 3(14), 69-82.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2013. México D.F.: Semarnat. 236 p.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México. 78 p.
- Trujillo, E. 2013. Guía de reforestación. Tercera edición. Ilustrada, aumentada y corregida. El Semillero. Bogotá Colombia. 252 p.

- UNEP-WCMC (World Conservation Monitoring Centre, UK). 2003. Checklist of CITES species. Cambridge, United Kingdom, UNEP World Conservation Monitoring Centre. 339p.
- Wightman, KE; Cruz, BS. 2003. La cadena de la reforestación y la importancia en la calidad de las plantas. *Foresta Veracruzana* 5(1), 45-51.
- Wright, JA; Escobar, J; Henderson, G. 1999. Utilization of Jiffy pellets in the production of pine and eucalyptus seedlings, pine rooted cuttings and native species propagation. Nursery and Field Comparisons. In: Landis, T. D., and J. P Barnett. (Coords.). National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Association. Gen. Tech. Rep. SRS-25. Forest Service, Southern Research Station. USDA. Department of Agriculture. Asheville, NC. USA. p. 54-56.
- Xie, F; Flanagan, BM; Li, M; Truss, RW; Halley, PJ; Gidley, MJ. 2015. Characteristics of starch-based films with different amylose contents plasticised by 1-ethyl-3-methylimidazolium acetate. *Carbohydr Polym.* Elsevier Ltd. 122:160-8.

ANEXOS

Anexo 1. Croquis del diseño establecido en vivero con las especies maderables de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis*

T4R1	T2R1	T3R1
T1R1	T4R2	T1R2
T3R2	T4R3	T2R2
T2R3	T3R3	T1R3

A) Especie de *Swietenia humilis*

T2R1	T1R1	T3R1
T1R2	T2R2	T4R1
T3R2	T4R2	T1R3
T2R3	T3R3	T4R3

A) Especie de *Swietenia humilis*

Anexo 2. Aplicación de encuestas en la comunidad Pech de Pueblo Nuevo Subirana y El Culuco



Anexo 3. Elaboración de envases con papel periódico y papel bond



Anexo 4. Establecimiento del experimento en el vivero Forestal Sauces



Anexo 5. Elaboración y aplicación de caldo sulfocálcico



Anexo 6. Análisis de varianza en el experimento a los 6, 14 y 22 días después de germinación de la semilla de la especie de *Cedrela odorata*

Análisis de la varianza

Días	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
6	Promedio de altura	12	0.11	0.00	18.50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.19	3	0.06	0.33	0.8018
Tratamientos	0.19	3	0.06	0.33	0.8018
Error	1.56	8	0.19		
Total	1.75	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.15393

Error: 0.1948 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
bond	2.27	3	0.25 A
polietileno	2.30	3	0.25 A
periódico	2.37	3	0.25 A
fieltro	2.60	3	0.25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Días	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
14	Promedio de altura	12	0.11	0.00	19.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.41	3	0.14	0.33	0.8018
Tratamientos	0.41	3	0.14	0.33	0.8018
Error	3.28	8	0.41		
Total	3.69	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.67416

Error: 0.4100 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
polietileno	2.97	3	0.37 A
bond	3.16	3	0.37 A
periódico	3.25	3	0.37 A
fieltro	3.48	3	0.37 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Dias	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
22	Promedio de altura	12	0.11	0.00	18.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.52	3	0.17	0.33	0.8018
Tratamientos	0.52	3	0.17	0.33	0.8018
Error	4.12	8	0.52		
Total	4.64	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.87706

Error: 0.5154 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
polietileno	3.64	3	0.41 A
bond	3.79	3	0.41 A
periódico	3.93	3	0.41 A
fieltro	4.21	3	0.41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Análisis de varianza de la medición de altura a los 9, 17 y 25 días después de germinación de la especie de *Swietenia humilis*

Análisis de la varianza

días	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
9	promedio altura (cm)	12	0.59	0.44	65.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.92	3	2.97	3.88	0.0557
Tratamientos	8.92	3	2.97	3.88	0.0557
Error	6.14	8	0.77		
Total	15.06	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.29032

Error: 0.7673 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Periódico	0.51	3	0.51 A
bond	0.92	3	0.51 A
fieltro	1.17	3	0.51 A
polietileno	2.78	3	0.51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

días	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
17	promedio altura (cm)	12	0.63	0.50	61.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34.63	3	11.54	4.62	0.0371
Tratamientos	34.63	3	11.54	4.62	0.0371
Error	20.00	8	2.50		
Total	54.62	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.13389

Error: 2.4996 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Periódico	1.15	3	0.91	A
bond	1.67	3	0.91	A B
fieltro	2.07	3	0.91	A B
polietileno	5.48	3	0.91	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

dias	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
25	promedio altura (cm)	12	0.59	0.43	61.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	73.32	3	24.44	3.79	0.0585
Tratamientos	73.32	3	24.44	3.79	0.0585
Error	51.57	8	6.45		
Total	124.88	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.63850

Error: 6.4460 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Periódico	1.97	3	1.47	A
bond	2.83	3	1.47	A
fieltro	3.47	3	1.47	A
polietileno	8.33	3	1.47	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 8. Medición en cm parte aérea y subterránea de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis*



Anexo 9. Peso fresco en g parte aérea y subterránea de la especie de *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata*

