

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FORESTAL



Germinación y Desarrollo de *Cedrella odorata* L., en Tres Tratamientos Utilizando Composta de *Tillandsia recurvata* L.

Por:

JOSÉ JAVIER ROBLERO MORALES

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FORESTAL

Germinación y Desarrollo de *Cedrella odorata* L., en Tres Tratamientos Utilizando
Composta de *Tillandsia recurvata* L.

Por:

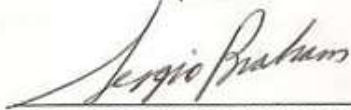
JOSÉ JAVIER ROBLERO MORALES

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada



ING. SERGIO BRAHAM SABAG
ASESOR PRINCIPAL



M.C. MELCHOR GARCÍA VALDEZ
COASOR



ING. JOSÉ ANTONIO RAMÍREZ DÍAZ
COASESOR



DR. LEOBARDO BAÑUELOS HERRERA
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMÍA


Coahuila, México. Coordinación
de Agronomía

Mayo 2013

DEDICATORIA

A mis padres:

José Luis Roblero Rodas y Carmela Morales Mendoza. Con todo el respeto que se merecen por haberme dado la vida y guiarme por el camino correcto apoyándome incondicionalmente en los momentos más difíciles de mi vida, por sus sufrimientos, desvelos, en general por todos sus esfuerzos ya que sin ustedes no estaría donde ahora estoy, así, como también gracias por llenarme de alegría, los amo y mis más sinceros agradecimientos en cualquier forma que ustedes me han apoyado.

A mis hermanas (os):

Sonia Yanira, Carol Lizeth, y Carlos Raúl Roblero Morales, que tanto quiero gracias por sus consejos, por los momentos difíciles y de alegría que hemos compartido me sirvieron de base para motivarme y así poder superarme para concluir con mi objetivo que tanto anhelaba.

A mis abuelos:

Por parte de mi madre; Martha Mendoza Morales, Javier Morales Gaspar, por darme los consejos que necesitaba y hacer que yo viera la realidad de la vida, seguiré tomando en cuenta sus consejos los quiero mucho.

Por parte de mi padre; Luis Roblero Hernández, por darme sus consejos y experiencias de la vida y hacerme ver la realidad; Rosenda matul Roblero (+), gracias por sus consejos, fue una gran ejemplar y gran persona que en donde quiera que se encuentre que sepa que siempre lo quise y siempre vivirá en nuestros

corazones. *Los consejos de los grandes son los mejores y para toda la vida siempre los tomare en cuenta mientras Dios me presta vida.*

A mis tíos (as):

Por parte de mi madre, que colaboraron con su granito de arena, sus valiosos consejos que no solo me sirvieron para terminar la carrera si no que siempre, los seguiré tomando en cuenta, Adalid, Fermín, Pancho, Mario, Vianey, Lilia, Juanita, Dora, y Mirtha,

Por parte de mi padre, que al igual me brindaron apoyo moral e incondicionalmente gracias por sus consejos; Victorico, Olinto, Antonio, Martín, Olga, Claver, Gonzalo, Verónica, Martha, Bulmaro.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por darme la oportunidad de vivir, el entusiasmo, la sabiduría, las fuerzas para pasar pruebas que en la vida se nos presenta y por darme la oportunidad de tener una familia tan hermosa.

A MI ALMA TERRA MATER, por haberme brindado los servicios que me servían para sustento de mi vida y para la formación de mi carrera.

A mis primos (as):

Por parte de mi madre, Tony Javier, Eckar Eduardo, Edwin, Maynor, Wilson, Dany, Josselin Esteisy, Mayrín, Diana Yahaira, Saira Roxana, Mariolí.

Por parte de mi padre, Juan, Clarí, Gabriel, Guillermo, Gonzalo, Luis, Jorge, Marbey, Ortencia, Consuelo, etc.

A mis amigas (os) de la carrera de ingeniero forestal, Flor, Ángela, Inocencia, Maibeth, José Antonio, José Guadalupe, Gamaliel, Pedro, Edilberto, Gualberto etc. Por haber compartido los momentos de tristeza, alegría y de trabajo durante nuestra preparación profesional son momentos inolvidables.

A mis amigas (os) en general, Rusbel, Hugo Rubeli, Adin Helber, María Guadalupe, Jassiel, Arlene, Egry, Eneyda, Mariem, Abdón, Lindoro, Ángel Armando, Adolfo, Robert, Jorge Antonio, Anthony y a las personas que me han querido, incluyo a mis exnovias gracias por sus consejos.

Al profesor Laureano, un gran amigo quien me apoyo incondicionalmente con sus buenos consejos que me sirvieron de mucho.

Al Ingeniero Sergio Braham Sabag, gracias por su apoyo para la realización de este estudio.

Al MC. Melchor García Valdez, por su atención y ayuda en el desarrollo de este estudio y por su amistad.

Al Ingeniero José Antonio Ramírez Díaz, por apoyarme en revisión de este estudio con el fin de tener buena precisión y calidad de este trabajo.

Al Ingeniero Jil Cabrera Hernández, por su apoyo durante momentos difíciles de mi vida.

A todos mis maestros de PRIMARIA, TELESECUNDARIA No. 568, COBACH No. 36, ya que sin ellos no estaría donde ahora estoy.

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma pudiera haber omitido en este apartado mis más sinceros agradecimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE CUADROS	ii
RESUMEN	iii
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Importancia del estudio.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Hipótesis.....	3
II REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Clasificación taxonómica de <i>Tillandsia recurvata</i> L.	4
2.1.1 Descripción morfológica	5
2.1.2 Características	6
2.1.3 Ecología.....	7
2.1.4 Distribución geográfica.....	9
2.2 Aprovechamiento del heno motita	10
2.3 Métodos de control de <i>Tillandsia recurvata</i> L.....	10
2.4 Clasificación taxonómica de <i>Cedrella odorata</i> L.	11
2.4.1 Descripción morfológica	12
2.4.2 Distribución geográfica.....	14
2.4.3 Hábitat.....	15
2.4.4 Aspectos ecológicos	15
2.4.5 Aprovechamiento	15
2.4.6. Situación actual.....	17
2.5 Tipos de sustratos.....	17
2.6 Propiedades de los sustratos.....	18
2.6.1 El sustrato ideal.....	20
2.6.2 Mezclas.....	20
2.7 Características de las semillas forestales	21
2.7.1 Altura del contenedor y retención de humedad	21
2.7.2 Calidad de planta	21
2.8 Invernadero.....	22

2.8.1 Riego.....	22
2.9 Estudios afines	23
III MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1 Descripción del área de estudio.....	24
3.2 Descripción de las actividades que se realizaron	26
3.2.1 Materiales	26
3.2.2 Actividad realizada.....	26
3.3 Tratamientos.....	27
3.3.1 Mezcla.....	27
3.3.2 Llenado de charolas	28
3.3.3 Riegos.....	28
3. 4 Descripción de los tratamientos.....	29
3. 5 Diseño experimental	29
3.6 Prueba de viabilidad.....	30
3.7 Variables evaluadas.....	30
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 Porcentaje de germinación (%).....	34
4.2 Plantas muertas.....	36
4.3 Altura de la planta	37
4.4 Diámetro del cuello (basal) de la planta	39
4.5 Longitud de raíz.....	41
4.6 Peso verde de raíz	43
4.7 Peso verde de follaje.....	45
4.8 Peso seco de raíz.....	47
4.9 Peso seco de follaje.....	48
V CONCLUSIONES.....	50
VI RECOMENDACIONES	51
VII LITERATURA CITADA	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Tillandsia recurvata</i> L., en ramas de <i>Pinus cembroides</i>	4
Figura 2. Plántulas de <i>Cedrella odorata</i> L.....	11
Figura 3. Invernadero forestal dentro de las instalaciones de la UAAAN, en Buenavista Saltillo Coahuila.....	24
Figura 4. Medición de altura de <i>Cedrella odorata</i> L.....	31
Figura 5. Medición de diámetro basal de <i>Cedrella odorata</i> L.....	32
Figura 6. Medición de longitud de raíz.....	32
Figura 7. Medición de peso verde de follaje.....	33
Figura 8. Peso seco de raíz de <i>Cedrella odorata</i> L.....	33
Figura 9. Porcentaje de germinación de <i>Cedrella odorata</i> L, por tratamiento.....	34
Figura 10. Germinación de <i>Cedrella odorata</i> L, por tratamientos y repeticiones...	35
Figura 11. Altura de las plántulas de <i>Cedrella odorata</i> L, por fechas.....	37
Figura 12. Altura promedio de <i>Cedrella odorata</i> L, por tratamientos.....	38
Figura 13. Diámetro de <i>Cedrella odorata</i> L, por fechas con sus respectivos tratamientos.....	39
Figura 14. Diámetro promedio de <i>Cedrella odorata</i> L, por tratamientos.....	40
Figura 15. Longitud de raíces de <i>Cedrella odorata</i> L, por tratamientos y repeticiones.....	42
Figura 16. Longitud de raíces de <i>Cedrella odorata</i> L, por promedio de cada tratamiento.....	42
Figura 17. Peso verde de raíces de <i>Cedrella odorata</i> L, por tratamientos con sus respectivas repeticiones.....	43
Figura 18. Promedio en peso verde de raíces de <i>Cedrella odorata</i> L, por tratamiento.....	44

Figura 19. Peso verde en follaje de <i>Cedrella odorata</i> L, por tratamiento y repetición.....	45
Figura 20. Peso verde en follaje de <i>Cedrella odorata</i> L, por tratamiento.....	46
Figura 21. Peso seco de raíz por tratamiento.....	47
Figura 22. Promedio en peso seco de follaje por tratamientos.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos y proporciones en mezcla de sustratos.....	28
Cuadro 2. Diseño experimental de Bloques Completamente al Azar.....	30
Cuadro 3. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Germinación de <i>Cedrella odorata</i> L.....	35
Cuadro 4. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Altura de <i>Cedrella odorata</i> L.....	38
Cuadro 5. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de diámetro de <i>Cedrella odorata</i> L.....	40
Cuadro 6. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de longitud de raíz de <i>Cedrella odorata</i> L.....	43
Cuadro 7. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de peso verde de raíz de <i>Cedrella odorata</i> L.....	44
Cuadro 8. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) peso verde de follaje de <i>Cedrella odorata</i> L.....	46
Cuadro 9. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) peso seco de raíz de <i>Cedrella odorata</i> L.....	48
Cuadro 10. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) peso seco de follaje de <i>Cedrella odorata</i> L.....	49

RESUMEN

En los últimos 10 años el heno motita (*Tillandsia recurvata* L.), se ha convertido en un serio problema de salud para las áreas arboladas del Norte del país, incluyendo bosques de pinos piñoneros, mezquiales y una gran diversidad de plantas latifoliadas y plantas del desierto ante tal situación se pretende probar *T. recurvata* composteada como sustrato, en caso de tener buen resultado poder aprovecharla de forma intensiva, lo cual generaría una reducción de dicho problema y paralelamente favorecer la economía de los productores forestales. El objetivo es utilizar a *Tillandsia recurvata* L., composteada como un sustrato biológico alternativo para la germinación de *Cedrella odorata* L, y su desarrollo. Se empleo un Diseño Experimental Completamente al Azar, con cuatro tratamientos con tres repeticiones, los tratamientos se plantearon de la siguiente manera: composta de *Tillandsia recurvata* al 100%, composta de *Tillandsia recurvata* al 50% + Testigo al 50%, composta de *Tillandsia recurvata* al 25% + Testigo al 75% y el Testigo al 100%, cabe mencionar que el testigo estará constituido de Peat moss, Perlita, Vermiculita y 1.5 kg de osmocote. Las variables a evaluar son: % de germinación, mortalidad, altura de la planta, diámetro, longitud de raíz y masa radicular (peso verde de raíz, peso verde de follaje, peso seco de raíz y peso seco de follaje). En los resultados se puede observar que hubo diferencia significativa en el ANVA y respectivamente con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), únicamente en las variables de germinación y diámetro mientras que en las demás no existió por lo cual es notable que *Tillandsia recurvata*, es adecuada para utilizarla como sustrato en la variable de diámetro ya que en germinación es muy baja.

Palabras claves: *Tillandsia recurvata*, sustratos, germinación, *Cedrella odorata* L.

I INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del estudio

En los últimos 10 años el heno motita (*Tillandsia recurvata* L.), se ha convertido en un serio problema de salud para las áreas arboladas del Norte del país, incluyendo bosques de pinos piñoneros, mezquiales y una gran diversidad de plantas latifoliadas y plantas del desierto, lo cual ha provocado que investigadores de diferentes universidades y dependencias oficiales enfoquen sus líneas de investigación para tratar de resolver este problema. Una línea de investigación se refiere al uso potencial como sustrato para la germinación de semillas de especies forestales, que se le pueda dar al heno de mota *T. recurvata* y con ello poder aprovechar las altas poblaciones de esta planta epífita que existen en las áreas forestales de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí (Flores *et al.*, 2005).

Los bosques de mezquite en San Luis Potosí se distribuyen ampliamente en una superficie de 193,800 ha. En los últimos años, se ha observado la invasión de una planta epífita perteneciente a la familia de las bromeliaceae, conocida como paixtle o heno (*Tillandsia recurvata*) L., misma que gradualmente ha ido invadiendo las ramas de los árboles hasta llegar en muchos casos a secarlos. En general, la presencia de esta epífita impide el aprovechamiento sustentable de las mezquiteras (INIFAP, 2010).

Se pretende probar *T. recurvata* composteada como sustrato y en caso de dar un buen resultado poder aprovecharla de forma intensiva, lo cual generaría una reducción de dicho problema y paralelamente favorecer la economía de los productores forestales del medio rural al tener ingresos en la cosecha y comercialización del heno mota (Flores *et al.*, 2005).

1.2 Planteamiento del problema

Tillandsia recurvata L., es una planta epífita perteneciente a la familia de las bromeliáceas que en la actualidad provoca daño considerable a mezquiteras de zonas áridas y semiáridas, puede ser utilizada como un forraje de oportunidad para la alimentación de rumiantes en zonas áridas y semiáridas. Esta epífita pudiera utilizarse durante todo el año, particularmente durante la época de sequía (Primavera) como forraje auxiliar cuando el forraje es escaso (Beltrán *et al*, 2009).

En Coahuila se estima que existe más de 60,000 hectáreas arboladas afectadas por *Tillandsia recurvata*, y esto ha provocado que los poseedores de terrenos forestales busquen una solución para controlar este problema, incluso en algunos predios como el “Taray”, en la Sierra de Arteaga, y en el ejido “El Cedral”, municipio de Ramos Arizpe, así como en el ejido de “Cuauhtémoc”, municipio de Saltillo, se iniciaron algunas pruebas de saneamiento del arbolado, mediante prácticas de podas y el derribo mecánico del heno motita, incluyendo la incineración de dicho material (Chávez, 2009).

A partir del 2003 el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-Campo Experimental Saltillo) y la CONAFOR, realizan estudios encaminados hacia el diagnóstico fitosanitario en bosques de coníferas en el estado de Coahuila. Como resultado de estos estudios se ha encontrado que existen más de 80, 000 ha de bosques afectadas por diferentes patógenos, dentro de los cuales *Tillandsia recurvata* (heno de mota) destaca como el de mayor importancia, teniendo a *Pinus cembroides* como su principal hospedero. Se consideraron los principales predios afectados por *T. recurvata* en los municipios de Arteaga, General Cepeda, Parras De La Fuente, Ramos Arizpe y Saltillo, Coahuila (Mares *et al*, 2011).

1.3 Objetivos

Objetivo general

- Utilizar a *Tillandsia recurvata* L., composteada como un sustrato biológico alternativo para la germinación y desarrollo de *Cedrella odorata* L.

Objetivo específico

- Probar la eficiencia del heno motita *Tillandsia recurvata*, como sustrato para la germinación de semillas de *Cedrella odorata* L, y su desarrollo.

1.4 Hipótesis

Ho: las características físicas del sustrato de *Tillandsia recurvata* L., son las adecuadas para la germinación de semillas de *Cedrella odorata* L.

Ha: el heno motita, *Tillandsia recurvata* L., no funciona como sustrato en la germinación de semillas de *Cedrella odorata*.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Clasificación taxonómica de *Tillandsia recurvata* L.

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinids

Orden: Poales

Familia: Bromeliaceae

Género: *Tillandsia*

Especie: *recurvata*

La epífita *Tillandsia recurvata* L., conocida como musgo bola o “paixtle”, crece sobre numerosos forófitos y el árbol *Parkinsonia praecox* (Ruiz et Pavón) Hawkings es su forófito común en la zona semiárida intertropical del Valle de Zapotitlán Salinas, en México. Esta relación parece producir diferentes efectos negativos sobre el hospedero, pues se sabe que *Tillandsia recurvata* causa al menos un parasitismo de tipo estructural, evidenciado por la afectación en la producción de brotes nuevos, en la arquitectura, el crecimiento y la reproducción de los forófitos (Páez *et al.*, 2005).



Figura 1. *Tillandsia recurvata* L., en ramas de *Pinus cembroides*.

2.1.1 Descripción morfológica

Características de la familia Bromeliaceae

Plantas no parásitas que están adheridas a otra planta solo para soporte mecánico; ejemplos de ellas son las orquídeas, líquenes y musgos (FAO, 1988).

Las bromelias epifitas poseen también una estructura foliar de células muertas o indumento, el cual retiene el agua de escorrentía de las hojas. Otro mecanismo al que recurren estas plantas es conocido como “consumo redundante”, el cual consiste en absorber más nutrientes de los que se necesitan, con el fin de obtener reservas para tiempos de escasez.

Las adaptaciones morfofisiológicas de las epifitas dependen en mucho de las características del forófito u hospedero: su forma biológica, altura, textura, arquitectura del follaje y su condición perenne o caducifolia, además de las condiciones ambientales donde se distribuye la comunidad hospedadora (Granados *et al.*, 2003).

Tillandsia recurvata, es una epífita atmosférica que se distribuye en ambientes tropicales secos, desde el sur de los E.U.A. hasta la parte media de Argentina, y en altitudes desde el nivel del mar hasta los 3000 m de elevación. El tallo de la planta está formado por un número variable de brotes que, en conjunto, forman una pequeña esfera que rodea las ramas (generalmente delgadas) de los árboles en los que se establece que cada brote está formado por 3-8 hojas lineares de color blanco verdoso, cubiertas de tricomas escamosos (Valverde, 2010).

2.1.2 Características

Tillandsia recurvata (heno mota) presenta formas de crecimiento compacto. Las hojas son de color verde-grisáceo, rígido, estrecho y puntiagudo, las cuales provienen del tallo central de la planta. Esta planta está cubierta de tricomas, los cuales le dan una apariencia esponjosa. En general las plantas miden entre 5 y 12 cm de diámetro.

La raíz es usada principalmente para sostén de las plantas, mediante el desarrollo de esclerénquima en la raíz vieja que determina la formación de un rígido órgano de sostén.

Sus raíces son reducidas, la absorción de agua y minerales la cumplen las hojas y brotes por medio de los tricomas, que cubren aproximadamente el 5% del área foliar (Sánchez *et al.*, 2007).

Sus tallos son cilíndricos, de 2 a 4 cm de largo y diámetro 1.5 - 2.5 mm, con vainas blancas, oblongas, de 1-1.2 cm de largo y 4-5 mm de ancho, papiráceas, nervadas, las laminas grises, lineares o filiformes o aciculiformes (Conzatti 1947 y Sánchez 1969).

El tallo está limitado externamente por la epidermis que contiene, aparte de las células epidérmicas típicas, células estomáticas, idioblastos y distintos tipos de tricomas (Fahn, 1978).

Flor. Casi siempre con 1 o 2 flores (rara vez hasta 5), brácteas florales similares a las del escapo pero más pequeñas, casi del mismo largo, membranáceas, con tres o más nervaduras prominentes, generalmente glabros, libres; pétalos angostos, aproximadamente un cm, de color lila (rara vez blanco); estambres profundamente incluso más largos que el pistilo (Chávez, 2009).

Las flores son más conspicuas, de azul a violeta. Aparecen en primavera sobre un largo tallo emergiendo desde la masa central de la mota de hojas sus semilla son pequeñas y se diseminan fácilmente por el viento (Sánchez *et al.*, 2007).

2.1.3 Ecología

Hábitat

Las epifitas son plantas que crecen sobre otras plantas adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos principalmente, por ello, son llamadas, con toda propiedad, epifitas (del griego *epi* que significa “sobre”, y *phyte*, “planta”). El hospedero o “forófito” sobre el que crece una epifita es utilizado sólo como soporte sin recibir más daño que el que pueda provocar su abundancia dentro de su ramaje; por tanto una epifita difiere de una planta parásita en que esta última obtiene agua y nutrientes del hospedero (Granados *et al.*, 2003).

Páez (2005), menciona las condiciones que favorecen a *Tillandsia recurvata* para alojarse en el hospedero son:

- Habitualmente necesita de clima templado frío.
- Prefiere arboles con humedad relativa alta, luminosidad y corteza rugosa.
- Se hospeda en lugares con arbolado denso, este puede ser grande, mediano, chico, causando la muerte de ramas o todo el árbol.
- Sobrevive a temperaturas de congelación, su rango va de -10 °C a 32 °C.
- En lugares con alto impacto se hospeda con mayor facilidad.

Hospederos

Algunas hendiduras o huecos ofrecen sitios de fácil colonización para estas plantas, por ello, se puede resaltar que para las epifitas el anclaje al sustrato es siempre muy débil (Granados *et al.*, 2003).

Es una planta epifita muy rustica y se desarrolla en un variado rango de condiciones ambientales. Vegetan muy bien a pleno sol, por ejemplo en tendidos aéreos, alambrados, sobre ramas o árboles secos. Ataca a gran variedad de especies: cedros, cipreses, mezquites, cítricos, fresnos, olmos, jacarandas, etc. Las colonias de heno producen, en las plantas hospedantes, una lenta pero ininterrumpida muerte del tronco y ramas porque compiten por luz y oxígeno, dificultan la fotosíntesis, la respiración y la transpiración, disminuyendo la formación y acumulación de reservas (Sánchez *et al.*, 2007).

Reproducción

En cuanto a la reproducción de estas plantas, es muy común la del tipo asexual mediante yemas, aunque también existe la reproducción sexual mediante la formación de frutos que contienen numerosas semillas de dispersión anemófila (dispersadas por el viento). Esto es posible gracias a la presencia de pubescencias seminales cuyo origen es la escisión de fibras provenientes del mismo fruto maduro que tiene forma de cápsula (Chávez, 2009).

Sus semillas son dispersadas por el viento, muchas de ellas tienen un tamaño microscópico y están equipadas con delgadas alas o paracaídas ganchudos, incluso estas especies pueden ofrecer a las aves, murciélagos y primates, frutos frescos susceptibles de contener hasta 1,000 semillas cada uno. Estas semillas suelen ser adherentes y el animal se ve obligado a frotar su pico, boca, pies o ano contra una ramita para desprenderse de estas viscosas sustancias irritantes, de esta forma son plantadas sobre un árbol o arbusto (Granados *et al.*, 2003).

Daño

T. recurvata, junto con *Dendroctonus mexicanus*, son actualmente los principales problemas fitosanitarios presentes en los bosques de coníferas del Estado de Nuevo León.

Pinus cembroides es el principal hospedero con 86,613 ha, también se detectó en menor superficie atacando a *Pinus arizonica*, *Pinus greggii* y *Quercus spp.* La infestación se detectó en 30 predios, en los municipios de Aramberri, Galeana, Rayones y Santiago, Nuevo León (Sánchez *et al.*, 2007).

Montaña *et al* (1997), mencionan que el musgo bola como también se le conoce, tiene un éxito reproductivo elevado en diversos árboles y arbustos de las zonas secas del país, pero este se hace más notorio en ecosistema alterados, cuando la epifita cubre grandes áreas de ramas de árboles y arbustos, es decir, es cuando se disparan ciertos mecanismos que las convierten de inofensivas epifitas a serios problemas fitosanitarios.

2.1.4 Distribución geográfica

Es una planta epifita atmosférica que se distribuye en ambientes tropicales secos, se encuentra desde Estados Unidos hasta la Patagonia, incluyendo las islas del Caribe.

Se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales de América; en altitudes desde el nivel del mar hasta los 3000 m de elevación. Se distribuye en zonas de clima seco, por lo que se le considera una epifita extrema (Betancur *et al.*, 2007).

Por otra parte Matuda (1957), alude que en México, *T. recurvata* tiene presencia en los Estados de: Coahuila, Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Nuevo León y San Luis Potosí.

2.2 Aprovechamiento del heno motita

NOM-011-RECNAT-1996, establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de musgo, heno y doradilla, esto con la finalidad de conservar, restaurar y proteger a la biodiversidad y manejo de los recursos naturales y forestales (SEMARNAT, 1996).

2.3 Métodos de control de *Tillandsia recurvata* L.

Los bosques de Coahuila hoy en día atraviesan por un grave problema de salud que se llama *Tillandsia recurvata* L, lo que está generando una degradación en los arboles de importancia ecológica y maderable, es por eso, que ante tal situación se están realizando investigaciones de campo sobre métodos de control que permitan combatir a esta planta epifita, sin causar daño en su hospedero; descripción de los métodos de control para el ataque del heno motita (Kaplan, 2007).

Control Mecánico: consiste en extraer manualmente las malezas, es decir, hacer las podas a las ramas de los arboles infestados por el heno motita. Por consiguiente se debe hacer el troceo de ramas y trasladar el material a un área desnuda y finalmente incinerar dicho material hasta su extinción (Kaplan, 2007).

Según Kamila (2005), señala que puede complementarse con el empleo de un cepillo de fibra que no dañe a la corteza. Obviamente, cuando se trata de ejemplares de gran tamaño esta alternativa lleva mucho tiempo y es de riesgo para un operario que no emplea la técnica de trepa de arboles. Por otra parte, es necesario tomar en cuenta que si un árbol está demasiado infectado, es necesario derribar ya que no sobrevivirá.

Con este método no se hace difícil la limpieza de todo el árbol, ya que pueden quedar semillas adheridas o pequeñas plántulas que no se aprecian visualmente y continúan el ciclo. Un tratamiento químico complementario puede minimizar esta falla.

Control hidráulico: este método consiste en el empleo de agua a alta presión para arrancar el clavel del aire. Se debe graduar la presión o la distancia de la lanza aplicadora a la zona blanco, a los efectos de no lesionar los tejidos del huésped. Cuando los ejemplares son de hoja persistente, esta metodología se dificulta, y solo es recomendable para especies caducas en el periodo de reposo (Kamila, 2005).

Control químico: consiste en la aplicación de herbicidas sobre los arboles afectados por *Tillandsia recurvata* L, hoy en día se llevan a cabo experimentos donde se estudian varios productos, esto es con la finalidad de determinar el que más daño causa a la motita en menos tiempo, y así de esta manera se pueda, combatir la infestación que padece el arbolado (Hernández, 2010).

2.4 Clasificación taxonómica de *Cedrella odorata* L.

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Sapindales
Familia: Meliaceae
Género: *Cedrella*
Especie: *odorata*



Figura 2. Plantas de *Cedrella odorata* L.

Nombres comunes: cedro, cedro cebollero, cebollo, cedro amargo, caqueta, cedro blanco, cedro caobo, cedro colorado, cedro oloroso y cedro rojo (Cárdenas *et al.*, 2007).

El cedro rojo (*Cedrella odorata L.*), se localiza primordialmente en ecosistemas húmedos, en específico en el bosque tropical perennifolio, el bosque tropical subcaducifolio, el bosque tropical caducifolio y el bosque mesófilo de montaña (CONAFOR, 2000).

2.4.1 Descripción morfológica

Árbol caducifolio, de 20 hasta 45 m de altura, con un diámetro promedio a la altura del pecho de 60-90 cm, aunque se han encontrado individuos de más de 200 cm de diámetro. *Cedrella odorata L.*, es un árbol de tamaño mediano a grande, que varía mucho de acuerdo con las condiciones ambientales, los árboles de gran tamaño tienen contrafuertes hasta de tres metros de alto en la base del tronco.

El follaje, normalmente verde claro, se torna amarillento antes de su caída presenta un olor a ajo y cebolla al macerar las hojas (Castaño *et al.*, 2007).

Este árbol puede llegar a medir hasta 35 m de altura y alcanzar un diámetro normal de 1,7 m, en ocasiones forma pequeños contrafuertes poco prominentes, sus ramas son ascendentes y gruesas, su copa es redonda y densa. Las hojas son dispuestas en espiral, paripinnadas o imparipinnadas, de 15 a 50 cm de largo incluyendo el pecíolo, compuestas por 10 a 22 folíolos opuestos o alternos, además poseen un penetrante olor a ajo cuando se estrujan. Los árboles de esta especie tiran las hojas cuando han madurado totalmente los frutos de la temporada anterior, antes de florecer (Galán *et al.*, 2008).

Hojas compuestas deciduas, alternas, paripinnadas, con seis a doce pares de folíolos opuestos o subopuestos, ovado- lanceolado u oblongo, cartaceos,

hasta subcoriaceos, con ápice acuminado o agudo, base aguda, asimétrica; lustrosos, glabros o pubescentes dispersos.

Hojas. Yemas de 3 a 5 mm, de largo, ovoides, agudas, rodeadas por varias escamas ovadas y pubescentes. Estipulas ausentes. Hojas dispuestas en espiral, paripinnadas o imparipinnadas, de 15 a 50 cm (Pennington *et al.*, 1968).

Fruto(s). Frutos leñosos, redondeados con semillas aladas, sus hojas alternas y compuestas al estrujarlas despiden un fuerte olor, sus folíolos son opuestos, cerca al raquis y sin pelos (Toledo *et al.*, 2005).

Semillas samaroides, oblongas o elíptico-oblongas, de 1,2 cm a 3 cm de largo y entre 5 mm de ancho, con la parte seminal hacia el ápice del fruto. Cada capsula puede contener entre 25 y 40 semillas fértiles. Una cantidad de semillas que puede variar de 45,000 a 60,000, pesan 1 kg. Varios análisis realizados en el centro de investigación forestal han arrojado, como promedio, 54 054 semillas/kg (Betancourt, 1987).

Semillas aladas, color pardo, elíptica, miden 1.2 a 4.0 cm de largo y entre 5 a 8 mm de ancho, con la parte seminal hacia el ápice del fruto; la testa es de color castaño rojizo; el embrión es recto, comprimido, color blanco o crema y ocupa gran parte de la cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones grandes, planos, foliáceos, frondosos, ligeramente ovoides; la radícula es corta e inferior (Morales *et al.*, 2009).

Corteza externa ampliamente fisurada con las costillas escamosas, pardo grisácea a moreno rojiza. Interna rosada cambiando a pardo amarillenta, fibrosa y amarga; grosor total de la corteza cerca de 20 mm.

Flores. Especie monoica. Flores masculinas y femeninas en la misma inflorescencia. En panículas terminales de 15 a 30 cm, de largo, finalmente pubescentes; pedicelos de 1 a 2 mm, de largo; flores suavemente perfumadas, actinomorfas; masculinas con el cáliz verdoso de 2 a 3 mm, de largo, infundibuliforme o anchamente tubular, con 5 dientes agudos, pequeños y desiguales, ciliolados; corola crema verdosa, tubular en la prefloración, abriéndose en 5 pétalos, ca. 7-8 mm, de largo, lineares, con el ápice agudo o redondeado, con una proyección aplanada en la superficie interior cerca de la base, la cual entra en uno de los surcos del ginóforo, imbricados, pubescentes en ambas superficies (Pennington *et al.*, 1968).

2.4.2 Distribución geográfica

Se encuentra en la vertiente del Golfo, desde el sur de Tamaulipas y sureste de San Luis Potosí hasta la Península de Yucatán y en la vertiente del Pacífico, desde Sinaloa hasta Guerrero y en la Depresión Central y la costa de Chiapas. Se desarrolla igualmente en suelos de origen volcánico o calizo, siempre que tengan buen drenaje. El cedro alcanza sus máximos tamaños e incrementos en zonas con precipitaciones entre 2,500 y 4,000 mm, anuales; en zonas con precipitación pluvial notablemente menor el árbol no desarrolla tan bien y presenta fustes cortos y frecuentemente torcidos (Pennington *et al.*, 1968).

Alcanza sus máximos tamaños e incrementos en zonas con precipitaciones entre 2,500 y 4,000 mm anuales; en zonas con precipitación pluvial mucho menor, el árbol no se desarrolla tan bien y presenta fustes cortos y frecuentemente torcidos (Galán *et al.*, 2008).

El cedro se distribuye por toda América tropical, desde el norte de México hasta el norte de Argentina y las Antillas del Caribe (Pennington y Styles 1981). En Colombia se halla ampliamente distribuida a lo largo de todas las regiones baja y piedemonte andinos por debajo de los 2000 m de altitud. Ha sido registrada

prácticamente en todos los departamentos del país, a excepción de Guainía, Norte de Santander, Vaupés, y Vichada, donde no ha sido confirmada su presencia aún (Cárdenas *et al* 2007).

2.4.3 Hábitat

Cedrella odorata L, es una especie integrante de los bosques semicaducifolios (mesofíticos), aunque también se halla en los bosques higrofíticos.

En algunos sitios el cedro forma “gregas”, pero en otros son arboles aislados dispersos en el bosque natural. Es una especie heliofita aunque en su infancia soporta ligera sombra (Betancourt, 1987).

2.4.4 Aspectos ecológicos

Cedrella odorata L. ha sido registrada principalmente en bosques secundarios secos y húmedos, tanto de tierras bajas como de montaña, prefiriendo los suelos bien drenados.

La regeneración natural es generalmente buena, sin embargo no forma asociaciones puras. La floración sucede entre abril y junio, con un segundo periodo entre septiembre y noviembre, la fructificación ocurre durante casi todo el año, con mayor frecuencia en los periodos de enero a marzo y de junio a noviembre (Cárdenas *et al.*, 2007).

2.4.5 Aprovechamiento

La madera de cedro, que al decir de Ponce De León es la más noble de todas las maderas, es de sabor amargo y olor agradable y persistente; se seca

rápidamente, sin rajarse ni contraerse, es resistente, fuerte, muy durable y, por lo común inmune a los insectos (Betancourt, 1987).

El cedro es apropiado para chapa plana, es empleado en la elaboración de viviendas, tableros, marcos, paneles, muebles finos, contrachapados, elaboración de caras, chapas decorativas, torneado, adornos, instrumentos musicales, artesanías, puertas, tallas y empaques finos (Cárdenas et al., 2007).

Después de la caoba es la especie maderable más importante en la industria forestal de México. Su madera, de características excelentes, es usada para obtener madera aserrada, chapa para la madera terciada, así como para fabricar artículos torneados para diferentes usos, para cajas y envolturas de puros y para hacer esculturas. El uso más indicado para esta especie por el bello jaspeado de su madera es la fabricación de chapas y madera terciada con fines de exportación (Pennington *et al.*, 1968).

Usos de la Madera: Los primeros colonizadores y mayas la utilizaron por sus características principalmente para canoas y construcción de casas, pues es una madera que no es atacada por la polilla, también se usó desde los tiempos de la colonia intensamente para muebles gabinetes etc., teniéndola como una madera muy fina y preciosa.

Otros usos: como árbol de ornato en parques y área verdes. Como árbol de sombra en potreros. Tiene uso medicinal ya que la corteza puede servir como febrífugo (contra la fiebre) y en cocimiento de hojas y corteza para dolores y contra el paludismo. Y se considera melífera porque en época de floración es visitada por las abejas (Morales *et al.*, 2009).

2.4.6. Situación actual

El cedro ha sido incluido dentro de la categoría en peligro (En A2cd), ya que de acuerdo a los reportes de las corporaciones, cerca del 60% de sus poblaciones se localizan en regiones de explotación intensiva. Este precedente de explotación ha conllevado a que Colombia la haya incluido en el apéndice III de la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora – CITES- a partir del 30 de octubre de 2001 (Cárdenas *et al.*, 2007).

2.5 Tipos de sustratos

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, ya sea natural o de síntesis, residual, mineral u orgánico, que colocando en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desarrollando el papel de soporte para la planta.

Antes de utilizar un sustrato para el desarrollo de una planta es necesario caracterizarlo. Caracterizar un sustrato es evaluar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, para establecer si son adecuadas para el desarrollo de un cultivo, o bien necesario hacer alguna adecuación para utilizarlo (Díaz, 2004).

El sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta allí ubicada. Esto último, clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.). En el caso de los materiales químicamente inertes, estas actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que en los restantes intervienen además en procesos de adsorción y fijación de nutrientes (Pastor, 1999).

Las raíces de las plantas en recipientes están más expuestas a las fluctuaciones de las condiciones de la fitósfera ya que la relación entre el área y el volumen de estos recipientes es considerablemente grande por lo que tienen poca

capacidad amortiguadora contra las variaciones de las condiciones del medio. De esta forma, los medios de crecimiento o sustratos usados en la producción de plantas en recipientes tienen la función de proveer soporte físico a la vez de proporcionar aire, agua y nutrientes para el apropiado funcionamiento de las raíces. El equilibrio entre el agua retenida y la aireación en el medio de crecimiento es un aspecto esencial. Deben existir suficientes poros pequeños para retener el agua que va a absorber la planta y suficientes poros grandes para permitir el intercambio de aire con el medio externo y mantener las concentraciones de oxígeno por encima de los niveles críticos (Pire, 2003).

2.6 Propiedades de los sustratos

Propiedades físicas

Las principales propiedades físicas que se necesitan determinar en un sustrato para caracterizarlo son: densidad aparente, densidad real, granulometría, porosidad total, porosidad del aire, porosidad de agua, agua fácilmente disponible, agua de reserva y agua difícilmente disponible. Las propiedades físicas en un sustrato son fundamentales; si un sustrato no cumple con las propiedades físicas deseables, se pueden cambiar antes de que el sustrato se encuentre en el contenedor con la planta en desarrollo (Díaz, 2004).

Propiedades químicas

Las principales propiedades químicas que se deben determinar en un sustrato son: PH, conductividad eléctrica, capacidad de amortiguamiento, capacidad de intercambio catiónico (CIC), nutrimentos disponibles en la solución, elementos pesados y compuestos fitotóxicos (Díaz, 2004).

Estas propiedades vienen definidas por la composición elemental de los materiales; éstas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del mismo (Pastor, 1999).

Propiedades biológicas

La bioestabilidad es la principal propiedad biológica se refiere a la estabilidad de un sustrato orgánico frente a los organismos que lo pueden degradar (Lemaire, 1997). Esta propiedad nos permite saber si un sustrato orgánico permanece sin alterar o con poca alteración durante el ciclo de un cultivo. Para conocer si un material ha sufrido alteración biológica se cuantifica el contenido de materia orgánica inicial y después de un tiempo (varios meses), y estimar el grado de degradación del material utilizado. El contenido de materia orgánica se determina por calcinación (Ansorena, 1994). Otra propiedad biológica importante es la sanidad del sustrato, esto es, si un sustrato es estéril o es necesario esterilizarlo. Algunos sustratos tienen patógenos para algunas especies de hortalizas (Díaz, 2004).

Entre las características biológicas se encuentra contenido de humedad orgánica, estado y velocidad de descomposición, una vez conocidos los principales parámetros que definen un sustrato, probablemente proceda hacer referencia al "sustrato ideal". Ante la reiterada pregunta, de si existe un sustrato ideal, la respuesta es "no"; el sustrato adecuado para cada caso concreto dependerá de numerosos factores: tipo de planta que se produce, fase del proceso productivo en el que se interviene (semillado, estaquillado, crecimiento, etc.), condiciones climatológicas, y lo que es fundamental, el manejo de ese sustrato. Por lo tanto, la imposibilidad de referenciar un sustrato ideal, pero sí que puede hacerse referencia a los requerimientos que un sustrato debe tener, como son: elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, elevada aireación, baja densidad aparente, elevada porosidad, baja salinidad, elevada capacidad tampón, baja velocidad de descomposición, estabilidad estructural, reproductividad y disponibilidad, bajo costo y fácil manejo (mezclado, desinfección, etc. (Pastor, 1999).

2.6.1 El sustrato ideal

De acuerdo con (Gaytán, 2001; Venator y Liegel, 1985), el sustrato óptimo para cualquier situación depende de varios factores entre los cuales destacan:

- ❖ La especie a cultivar y sus requerimientos.
- ❖ El volumen del recipiente.
- ❖ La disponibilidad de los minerales para su mezcla.
- ❖ La calidad física, biológica y química de los sustratos.

También otros autores como Abad (1993), afirman que no existe el sustrato ideal, pero si el mejor medio de cultivo para cada caso concreto, dependiendo de estos varios factores:

- ❖ Tipo de material vegetal (semillas, plantas, estacas).
- ❖ Especie vegetal.
- ❖ Condiciones climáticas.
- ❖ Sistemas y regímenes de riego.
- ❖ Aspectos económicos.

2.6.2 Mezclas

Abad (1933), menciona que es raro que un material reúna por si solo las características, químicas y biológicas más adecuadas para unas determinadas condiciones de cultivo; haciendo necesario en la mayoría de los casos, mezclas con otros materiales en distintas proporciones, para adecuarlo a las condiciones requeridas.

2.7 Características de las semillas forestales

Define a la semilla como el producto de la fecundación del ovulo en el ovario de la flor por parte del polen procedente de las anteras o sacos polínicos ubicados en el mismo árbol o en otro adyacente Mesa (1965).

La propagación de las plantas consiste en efectuar su multiplicación por medios tanto sexuales como asexuales (Pañuelas y Ocaña, 2000).

2.7.1 Altura del contenedor y retención de humedad

La altura del contenedor también afecta la proporción aire: agua en un medio de cultivo. Después de la saturación y el drenaje, una columna de agua existe hasta el fondo del contenedor (Spomer, 1975).

A capacidad de contenedor, el contenido de agua promedio (en volumen) de cinco sustratos comerciales en un contenedor de 15 cm de altura fue de 64%, en uno de 10 cm de altura el contenido de agua fue de 70%, en una charola de 8 cm de altura con 48 celdas fue de 76% y en una charola de 5 cm de altura con 273 celdas el contenido de agua fue de 82% en volumen. El contenido de sólidos del sustrato en porcentaje permaneció constante en los diferentes tamaños de contenedor; fue la proporción espacio de aire: espacio de agua la que cambio con las diferentes alturas de contenedor (Díaz, 2004).

2.7.2 Calidad de planta

Duryea (1985) define calidad de planta como aquella que reúne las características morfológicas y fisiológicas necesarias para sobrevivir y crecer, en las condiciones ambientales en las que será plantada.

2.8 Invernadero

Un invernadero es una estructura con paredes y techo transparente, que permite la entrada de suficiente radiación solar, para que las plantas realicen eficientemente su fotosíntesis. Aquí los factores del ambiente que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, pueden ser controlados total o parcialmente a través del invernadero, estos factores son, la luz, la temperatura, la humedad y el bióxido de carbono (Díaz, 2004).

2.8.1 Riego

Es una de las prácticas culturales más importantes en la producción de planta, ya que ayuda a mantener un adecuado nivel de agua para que el crecimiento ocurra sin restricciones.

El 99% del agua que absorbe la planta se pierde en el proceso de transpiración. En viveros forestales que producen en contenedor, la tensión hídrica de las plantas se mantiene a niveles bajos durante la etapa de cultivo, mediante el uso de riego para estimular el crecimiento (Maldonado, 2010).

Las necesidades de agua de las plantas van a depender de la especie y su estado fenológico, del medio del cultivo y de las condiciones ambientales el estado del agua en las plantas puede ser descrito en varias formas distintas: contenido de humedad, potencial hídrico y movimiento del agua (Spomer, 1985).

2.9 Estudios afines

Castellanos *et al.* (2009), La infestación de *T. recurvata* sobre *Fouqueria splendens* estuvo correlacionada directamente con el número de flores no exitosas producidas por unidad de área. Este hecho sugiere que la presencia de *T. recurvata* tuvo un efecto negativo sobre el forofito, ya que reduce las posibilidades de éxito para la producción de frutos.

Aguirre y Raya (2009), encontraron que *T. recurvata* presenta silicio de manera importante y de las especies estudiadas fue la única que presentó Sodio (Na) en su composición.

Vázquez (2010), el heno mota *Tillandsia recurvata* L, sirvió como sustrato cuando recibió tres moliendas y asociado con Peat Moss, alcanzando un porcentaje de germinación del 89.17 % de germinación, siendo superado únicamente por el tratamiento testigo que consistió en usar solamente Peat Moss, el cual alcanzó un 91.67% de germinación. Los otros tratamientos que incluyeron al heno motita como sustrato resultaron estadísticamente muy inferiores en sus porcentajes de germinación todos ellos con menos del 50%. Esto implica que el heno motita solo funciona como sustrato cuando es suficientemente molido y mejoran sus características físicas y nutricional asociado con Peat Moss.

Páez *et al.* (2005), encontraron que *Tillandsia recurvata* L, afecta negativamente la movilización de dióxido de carbono hacia los tejidos internos o la disipación de calor y luz, estos aspectos parecen ser más importantes que la disminución fotosíntesis en las ramas donde la epífita se establece sobre *Parkinsonia praecox*. La alta densidad de *Tillandsia recurvata* en las ramas y el sobrepeso son factores adicionales que afectan el desarrollo estructural óptimo del forofito *Parkinsonia praecox*.

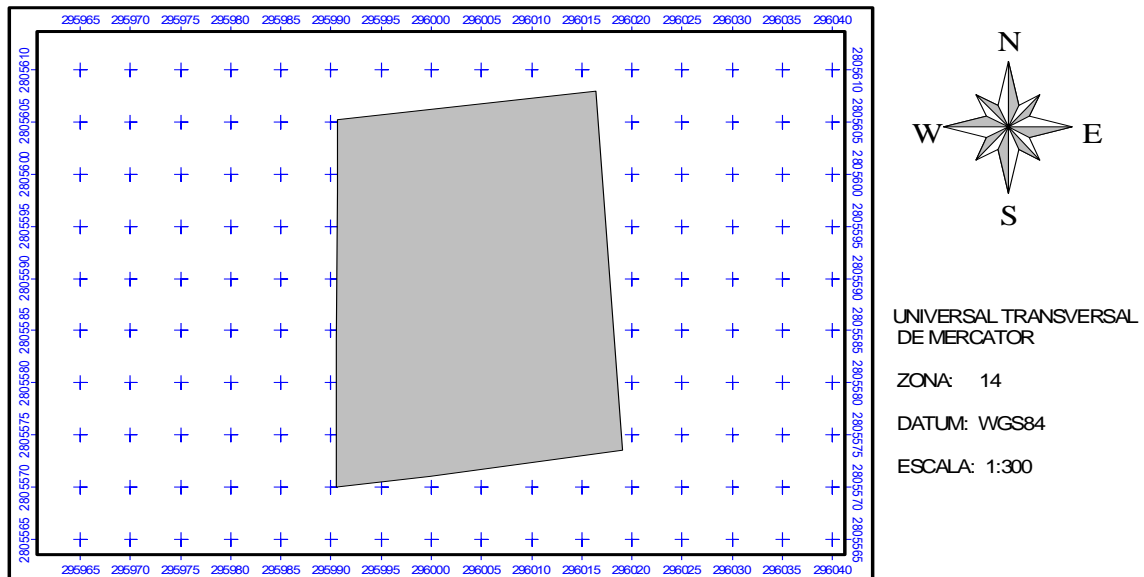
III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

Localización del invernadero

La investigación se llevo a cabo en el área del invernadero de alta tecnología del Departamento Forestal, el cual se encuentra en las áreas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista Saltillo, Coahuila; a 10 km por la carretera Zacatecas, entre los paralelos $25^{\circ} 21'$ y $25^{\circ} 22'$ de longitud entre Norte y entre los meridianos $101^{\circ} 01'$ y $101^{\circ} 03'$ de longitud Oeste (López, 2007).

LACALIZACIÓN DE INVERNADERO FORESTAL



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DEPARTAMENTO DE FORESTAL

ELABORÓ: JOSÉ JAVIER ROBLERO MORALES

Figura 3. Invernadero forestal dentro de las instalaciones de la UAAAN, en Buenavista Saltillo Coahuila.

Tipo de suelo

Presenta un tipo de suelo de rendzina y castañozem de origen aluvial, variando de somero a profundo y con a floraciones roca caliza y lutitas (López, 2007).

Altitud

La UAAAN se encuentra ubicada en un valle formado por la Sierra de Zapalinamé y la Sierra Cuchilla de Calabacita, a una altitud de 1754 msnm (López, 2007).

Clima

El clima de Saltillo es templado; con una temperatura promedio de 17 °C. El invierno es fresco siendo comunes las temperaturas por debajo de 0 °C llegando en ocasiones a -7 °C y pudiendo nevar. El verano es cálido con temperaturas que pueden superar los 32° C algunos días y teniendo tormentas eléctricas por las tardes. Presenta lluvias en verano, principalmente (López, 2007).

Precipitación

La precipitación media anual es de 490 mm y los meses más lluviosos son Julio, Agosto y Septiembre; lo anterior da como resultado un 64% de humedad relativa media anual que se distribuye desigualmente; el verano es la estación con mayor humedad relativa y las estaciones de invierno y primavera de mayor sequia (López, 2007).

3.2 Descripción de las actividades que se realizaron

3.2.1 Materiales

Los materiales que se utilizaron en el experimento son los que a continuación se presentan:

- ❖ 6 charolas de 77 cavidades (utilizadas 40 cavidades por charola).
- ❖ Tambos para el lavado de charolas.
- ❖ Detergente para la limpieza de las charolas.
- ❖ Camas para la colocación de las charolas.
- ❖ Sustrato composteado, de heno motita (*Tillandsia recurvata L.*).
- ❖ Peat Moss.
- ❖ Perlita.
- ❖ Vermiculita.
- ❖ Osmocote.
- ❖ Semillas de *Cedrella odorata L.*
- ❖ Marcador, lapicero, libreta y formato para el llenado de datos.
- ❖ Regla graduada.
- ❖ Vernier.
- ❖ Estufa de secado.
- ❖ Termómetro.
- ❖ Báscula electrónica.
- ❖ Bolsas de papel.
- ❖ Tijera para cortar las plántulas.

3.2.2 Actividad realizada

Lavado de charolas

Las charolas se desinfectaron con detergente biodegradable y cloro diluidos en agua, esto para poder eliminar cualquier patógeno que existiera dentro

de ellas, luego se sumergieron en repetidas ocasiones en un tambo, el cual contenía la mezcla de detergente biodegradable y cloro, después de eso se pasaron con otro tambo con únicamente agua para poder retirar el detergente y cloro excedente en las charolas.

3.3 Tratamientos

Los tratamientos se describen a continuación:

- 1.- Heno motita al 100 % (con 160 gr de osmocote)
- 2.- Heno motita al 25 % y 75 % de *Mezcla básica.
- 3.- Heno motita al 50 % y 50 % de *Mezcla básica.
- 4.- Testigo (Mezcla de Peat Moss, Perlita, Vermiculita y 1.5 kg de osmocote).

*Mezcla básica conformada de Peat Moss, Perlita, Vermiculita y 1.5 kg de osmocote.

3.3.1 Mezcla

La mezcla de sustratos se realizó dentro del invernadero forestal, se cribó el Peat Moss y Perlita, seguido al Peat Moss se le agregó Perlita, Vermiculita y 1.5 kg de osmocote el cual fue la mezcla básica y con ayuda de una pala se procedió a realizar la revoltura.

A la mezcla de *Tillandsia recurvata* también se le agregó 160 gr de osmocote que es uno de los tratamientos al 100 % del sustrato de heno motita. Los tratamientos se plantearon de la siguiente forma:

Tratamiento	Sustrato	Proporción (litros)
T1	<i>Tillandsia recurvata</i> +160 gr de osmocote	8 L
T2	<i>Tillandsia recurvata</i> + Mezcla base	4L + 4L
T3	<i>Tillandsia recurvata</i> + Mezcla base	2L + 6L
Testigo	Peat Moss+Vermiculita+Perlita+1.5 kg de osmocote	8 L

Cuadro 1. Tratamientos y proporciones en mezcla de sustratos.

3.3.2 Llenado de charolas

Las charolas se llenaron en la tarde el día 7 de Octubre del 2011, después se procedió a realizar la siembra de dos semillas por cavidad de *Cedrella odorata* L. para evaluar el porcentaje de germinación existente en los tratamientos.

Se tomaron 40 cavidades por cada charola, en la cual se colocaron dos tratamientos diferentes utilizando 20 cavidades por tratamiento, se utilizo un marcador para registrar el número de tratamiento y repetición.

3.3.3 Riegos

Se dieron riegos cada tres días y se tuvo un monitoreo constante para ver que no les faltara humedad.

Los otros tipos de sustratos como Peat Moss, Vermiculita, Perlita y Osmocote, no presentaron problemas de rápida deshidratación y se llevaron a

cabo actividades como el deshierbe de las plántulas ya que cada 15 días las charolas contenían hierbas invasoras.

3. 4 Descripción de los tratamientos

Para que el heno motita se lograra hacer sustrato se tuvo que moler y después ser composteado el cual duro 5 meses.

El tratamiento 1, al 100 % de *Tillandsia recurvata L*, más 160 gr de osmocote, el tratamiento 2 compuesto por 50% de *Tillandsia recurvata L*, y 50% de mezcla base, el tratamiento 3 compuesto por 25% de *Tillandsia recurvata L*, y 75% de mezcla base y el testigo al 100% de mezcla base más 1.5 kg de osmocote.

En todos los tratamientos se utilizaron charolas del mismo tamaño y profundidad para que tuvieran las mismas características, se colocaron dentro del invernadero forestal, sobre una cama para tener más control y evitar que las maltrataran, también se tuvieron que etiquetar el número de tratamiento y repetición.

3. 5 Diseño experimental

Este estudio se realizó bajo el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar con parcelas faltantes.

La comparación de la media de las variables analizadas se realizará con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$ y 0.01). Ya que esto lo exige el modelo estadístico a trabajar.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		
T ₁	R ₁	R ₂	R ₃
T ₂	R ₁	R ₂	R ₃
T ₃	R ₁	R ₂	R ₃
Testigo	R ₁	R ₂	R ₃

Cuadro 2. Diseño experimental de Bloques Completamente al Azar.

3.6 Prueba de viabilidad

El método de absorción, en el que se utiliza agua y aunque al principio flotan tanto las semillas llenas como las vacías, transcurrido un determinado periodo de tiempo las semillas llenas absorben agua, se hace más pesadas y se hunden. El tiempo de remojo varía desde unos minutos hasta varias horas. Este método es útil cuando entre los pesos específicos de las semillas llenas y las vacías existe una diferencia muy pequeña. Una vez separadas, es preciso volver a secar las semillas (FAO, 1988).

3.7 Variables evaluadas

Para realizar estas mediciones se tomaron 8 plántulas por tratamiento para algunos casos de 5 a 4 por cuestiones de que no hubo alta cantidad de germinación las variables evaluadas se presentan a continuación.

a) Porcentaje de germinación (%)

Dentro de esta variable se realizaron 9 evaluaciones a partir de la fecha de siembra, contando el número de plántulas emergidas por cada unidad experimental para lo cual únicamente se analizara el total de plantas germinadas al final.

La evaluación de la germinación se realizó de acuerdo al método propuesto por Camacho (1994):

$$\% G = (GA*100)/M$$

Donde:

% G = Porcentaje de germinación.

GA = Germinación acumulada hasta la última evaluación.

M = Muestra evaluada, lo que corresponde al total de semillas.

b) Mortalidad.

Esto se pudo determinar con la resta de plantas germinadas menos el número de plantas muertas.

c) Altura de la planta.

La altura se midió con una regla graduada en cm, la medida se tomo desde la base del tallo hasta la yema apical, dicha medida se realizó a los tres meses de edad.



Figura 4. Medición de altura de *Cedrella odorata* L.

d) Diámetro basal del tallo (DB).

Para esta variable se utilizó un vernier graduado hasta en centésimas de mm, con el cual se midió a partir de la base del tallo para esto se tomaron 8 plántulas en algunos casos de 3 ó 5 dependiendo de la cantidad de germinación.



Figura 5. Medición de diámetro basal de *Cedrella odorata* L.

e) Longitud de raíz

Se determinó cuando la plántula tenía 7 meses de edad, se midieron 8 plántulas en algunos casos 3 ó 5 dependiendo de la cantidad de plantas germinadas por tratamientos esta variable se midió con una regla graduada en mm.



Figura 6. Medición de longitud de raíz.

f) Peso verde (raíz y de follaje)

Se llevó a cabo cuando la planta tenía 7 meses de edad, tomando como muestra 8 plántulas en algunos casos 3 ó 5, para esto se utilizó la báscula electrónica.



Figura 7. Medición de peso verde de follaje.

g) Peso seco (raíz y de follaje)

Se determinó a la edad de 7 meses tomando 8 muestras por tratamiento, después de secar las muestras en la estufa con una temperatura a 40 °C durante 4 días, se volvieron a pesar en la báscula electrónica para poder obtener el peso seco. La estufa se encuentra dentro del laboratorio de tecnología ubicada en el departamento de forestal UAAAN.



Figura 8. Peso seco de raíz de *Cedrella odorata* L.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ya teniendo todos los datos del estudio se procedió a analizarlo con el diseño estadístico completamente al azar con parcelas faltantes para interpretarlo y así llegar a conclusiones y evaluar que tratamientos fueron los más adecuados en cuanto a las diferentes variables que se pretendieron estudiar, los cuales se presentan a continuación.

4.1 Porcentaje de germinación (%)

La variable de germinación se evaluó durante un mes del 19 de octubre al 18 de noviembre del 2011, haciendo la observación que se realizó una evaluación más el 23 de enero del 2012 en la que se observó nuevas plantas germinadas.

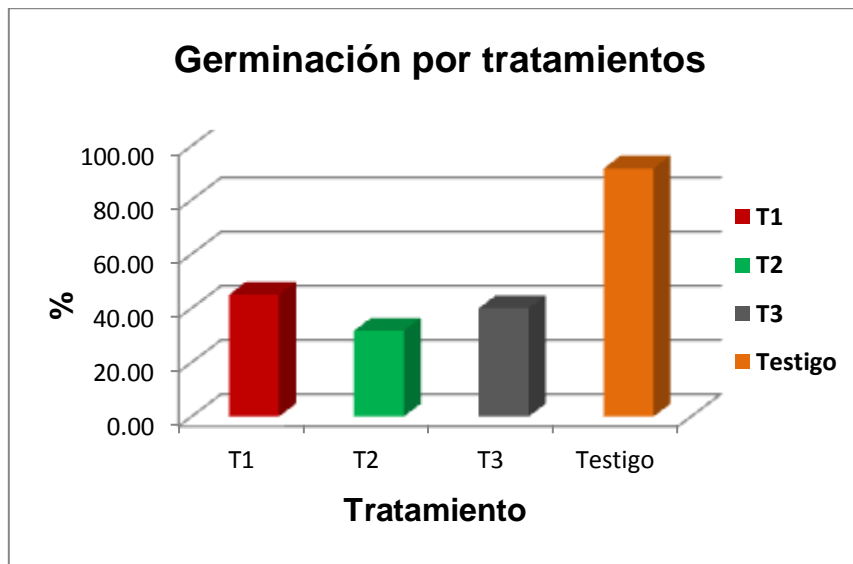


Figura 9. Porcentaje de germinación de *Cedrella odorata L.*, por tratamiento.

De acuerdo a esta gráfica los porcentajes de germinación tuvieron los siguientes resultados, el testigo fue el que mejor resultado demostró con un 91.67 %, seguido por el tratamiento 1, al 100 % de *Tillandsia recurvata L.*, con un 45% de germinación y el tratamiento 3 con un 40%, por último el tratamiento 2 un 31.67%.

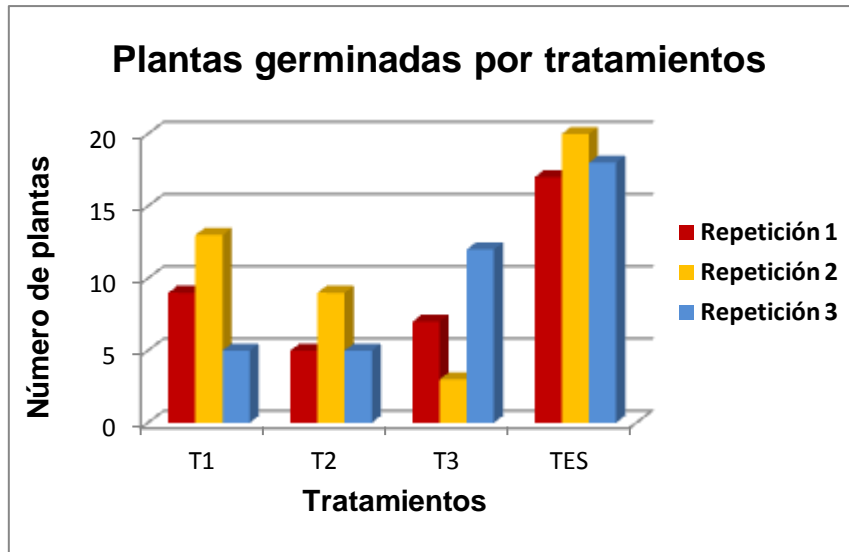


Figura 10. Germinación de *Cedrella odorata L.*, por tratamientos y repeticiones.

Los resultados nos muestran que el testigo es el de mayor cantidad de plantas germinadas, seguido el tratamiento 1, y como tercer lugar el tratamiento 3 siendo el tratamiento 2 el que menor cantidad de plantas germinadas presentó.

El tratamiento 1, presentó un segundo lugar de germinación pero el porcentaje fue menor de 50%, por lo cual no es muy conveniente su uso como sustrato en germinación de *Cedrella odorata L.*

Cuadro 3. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Germinación de *Cedrella odorata L.*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	272.25	90.75	8.25	4.46*	8.65
Error	8	88.00	11.00			
Total	11	360.25				

* Significativo

EL análisis de varianza nos indica que hay significancia por lo cual existe diferencia entre porcentajes de germinación entre los diferentes tratamientos ya

que *Tillandsia recurvata L.*, es poco recomendable para la germinación de *Cedrella odorata L.*

Tabla de medias

Tratamiento	Media
4	18.3300 A
1	9.0000 B
3	7.3300 B
2	6.3300 B

Nivel de significancia = 0.05

Tukey = 8.6743

Valores de tablas (0.05), (0.01) = 4.53, 6.20

De acuerdo a la prueba de Tukey el tratamiento que mas sobresale es el testigo seguido por el tratamiento 1, ocupando un segundo lugar por lo cual es poco recomendable para germinación de *Cedrella odorata L.*

4.2 Plantas muertas

Se murieron 3 plántulas del tratamiento 3 repetición 2, en los otros tratamientos no existió ninguna planta muerta.

4.3 Altura de la planta

Teniendo los datos de altura de la planta de los diferentes tratamientos por fechas se procedió a interpretar los datos como a continuación se presenta.

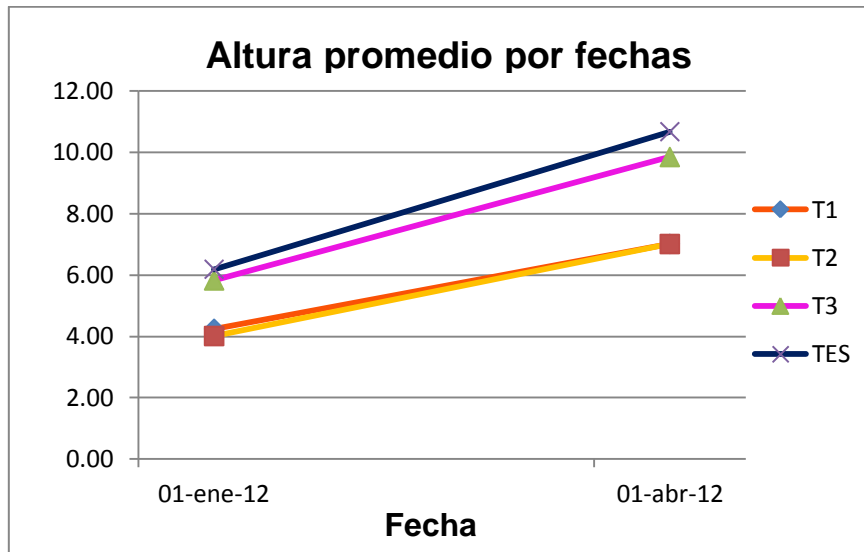


Figura 11. Altura de las plántulas de *Cedrella odorata* L, por fechas.

Esta gráfica muestra la altura de las plántulas de *Cedrella odorata* L, por tratamientos y diferentes fechas, en la cual se observa que el testigo fue el tratamiento que mayor altura presentó, 6.19 cm y 10.68 cm; el tratamiento 3, 5.83 cm y 9.85 cm; seguido el tratamiento 1, con 4.25 cm y 7.02 cm; por último el tratamiento 2, el cual presentó 4.01 cm y 7.01 cm, todos para primera y segunda evaluación, el testigo siguió sobresaliendo al igual que lo hizo en germinación; el crecimiento en altura en todos los tratamientos fue casi el doble de tamaño.

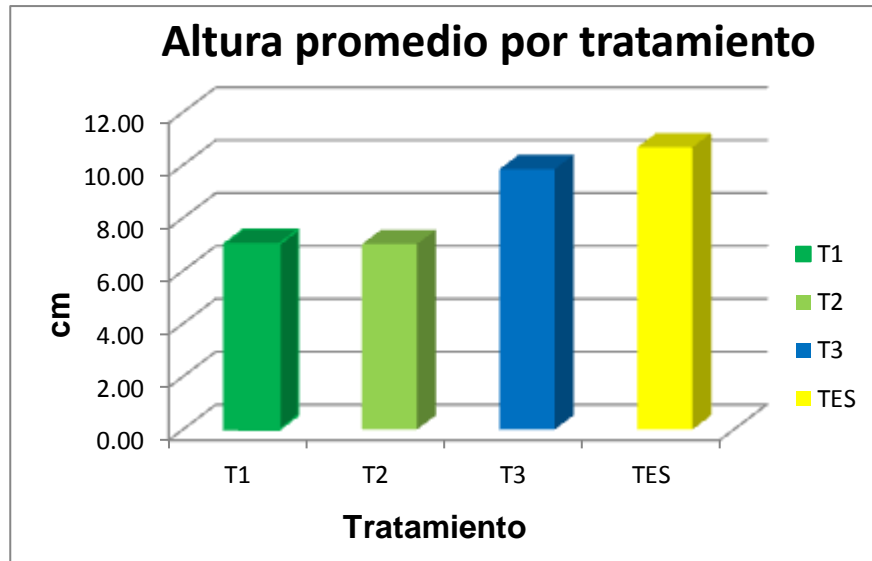


Figura 12. Altura promedio de *Cedrella odorata L.*, por tratamientos.

Representa la altura promedio por tratamientos de *Cedrella odorata L.*, en donde el testigo es el de mayor altura promedio con un 10.68 cm; el tratamiento 3, presenta 9.85 cm; tratamiento 1, un 7.02 cm y tratamiento 2, 7.01 cm.

Cuadro 4. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Altura de *Cedrella odorata L.*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	31	10	2.29 ^{NS}	4.46	8.65
Error	7	32	5			
Total	10	63				

NS: No significativo

Podemos observar que no hay significancia en los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos.

4.4 Diámetro del cuello (basal) de la planta

Se realizaron dos evaluaciones a los tres meses siendo en enero la primera y la segunda en abril, las cuales se promediaron y después se graficaron para poder ver que tratamiento fue el más adecuado en cuanto a desarrollo del diámetro de la planta.

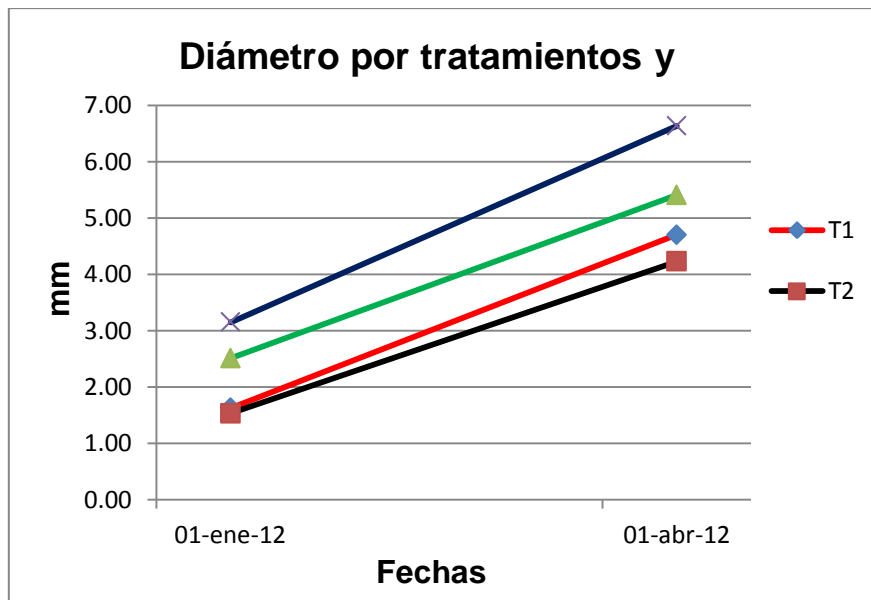


Figura 13. Diámetro de *Cedrella odorata L.*, por fechas con sus respectivos tratamientos.

Se representan dos mediciones de diámetro en diferente fecha en el cual el tratamiento testigo es de mayor altura presentando 3.16 cm y 6.64 cm; el tratamiento 3, 2.51 cm y 5.41 cm; el tratamiento 1, con un 1.63 cm y 4.70 cm; el tratamiento 2, presentó 1.53 cm y 4.24 cm para primera y segunda evaluación, por lo cual se observó que si hubo buen incremento en diámetro de los diferentes tratamientos.

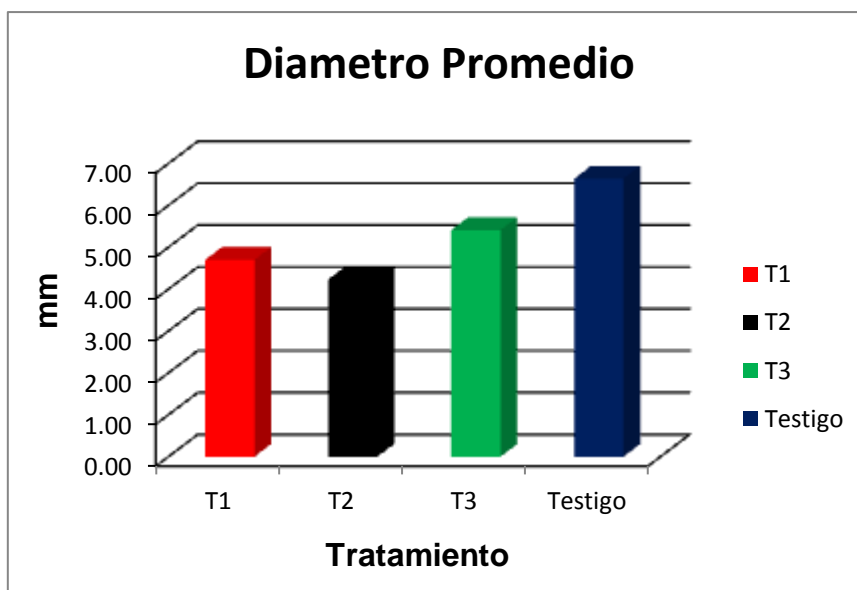


Figura 14. Diámetro promedio de *Cedrella odorata* L, por tratamientos.

El testigo es del mayor promedio de altura teniendo 6.64 mm, el tratamiento 3 presentó 5.41 mm, el tratamiento 1, con 4.70 mm, por último el tratamiento 2 fue el de menor promedio presentando un 4.24 mm.

Cuadro 5. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de diámetro de *Cedrella odorata* L.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	10	3.279	13.26	4.46**	8.65
Error	7	2	0.247			
Total	10	12				

** : Altamente Significativo

Se observa que existe diferencia significativa entre los diámetros de los diferentes tratamientos, por lo cual para este caso de estudio el tratamiento 1, al 100% de *Tillandsia recurvata* L, es de buena opción para usarla como sustrato para el caso de la variable de diámetro.

Tabla de medias

Tratamiento	Media
4	6.6400 A
3	5.4100 AB
1	4.7000 B
2	4.2400 B

Nivel de significancia = 0.05

Tukey = 1.3429

Valores de tablas (0.05), (0.01) = 4.68, 6.54

De acuerdo a los datos obtenidos por la prueba de Tukey sigue siendo el testigo el de mayor valor y los otros tratamientos se comportan de la misma manera.

4.5 Longitud de raíz

Para la evaluación de esta variable primero se tomaron 8 muestras en algunos casos se tomaron 3 y 5 debido a que fueron la cantidad máxima de plantas germinadas por tratamiento.

Con ayuda de una regla se midieron las raíces y las muestras se colocaron dentro de un sobre de papel para después tomar otras variables como peso seco de raíz y peso seco de follaje, se etiquetaron todas por tratamiento y repetición.

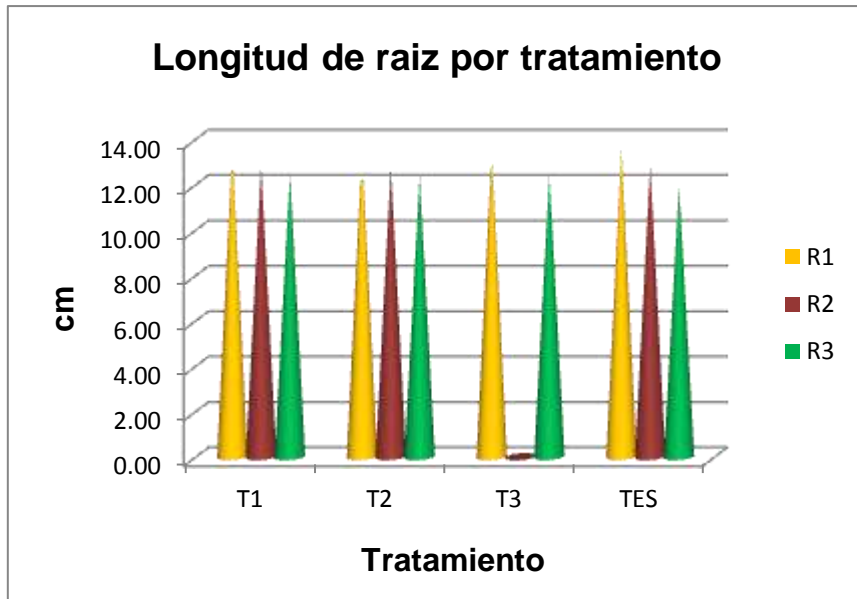


Figura 15. Longitud de raíces de *Cedrella odorata L.*, por tratamientos y repeticiones.

El testigo es el que mayor longitud tiene en las raíces, luego va el tratamiento 1, después el tratamiento 3, y por último el tratamiento 2, coinciden con las variables anteriores en cuanto a que son mayores sus resultados.

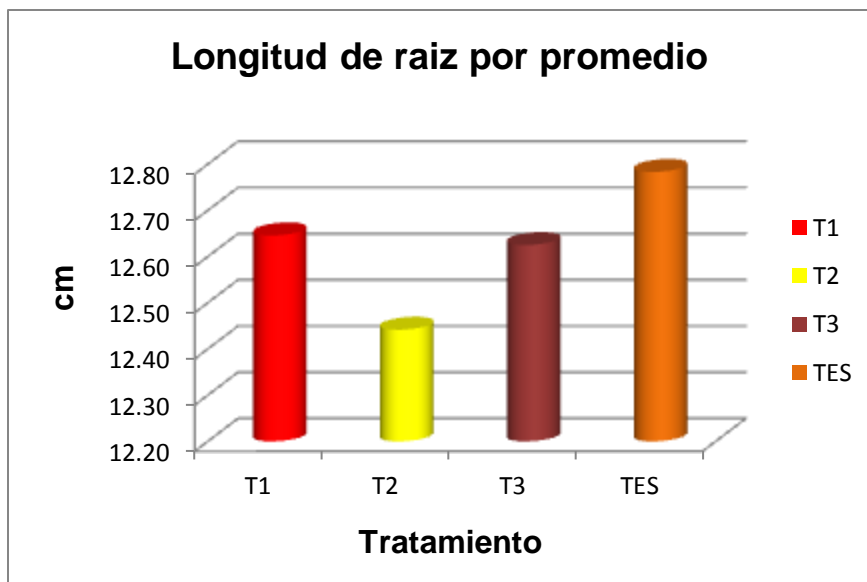


Figura 16. Longitud de raíces de *Cedrella odorata L.*, por promedio de cada tratamiento.

El testigo sobresale en promedio de longitud de raíces con un 12.78 cm, el tratamiento 1, un 12.65 cm, seguido el tratamiento 3 con un 12.63 cm y por ultimo esta el tratamiento 2 el cual fue el de menor promedio y demostró un 12.44 cm.

Cuadro 6. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de longitud de raíz de *Cedrella odorata* L.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	0.2	0.06	0.25	4.46 ^{NS}	8.65
Error	7	2	0.24			
Total	10	2				

NS: no significativo

En esta variable no se encontró significancia por lo que existe poca diferencia entre medidas de raíces de las muestras tomadas.

4.6 Peso verde de raíz

El peso verde de raíz se obtuvo con ayuda de la báscula electrónica, se tomaron 8 muestras en algunos caso 3 ó 5, debido a que fue la cantidad total de plántulas germinadas por tratamientos.

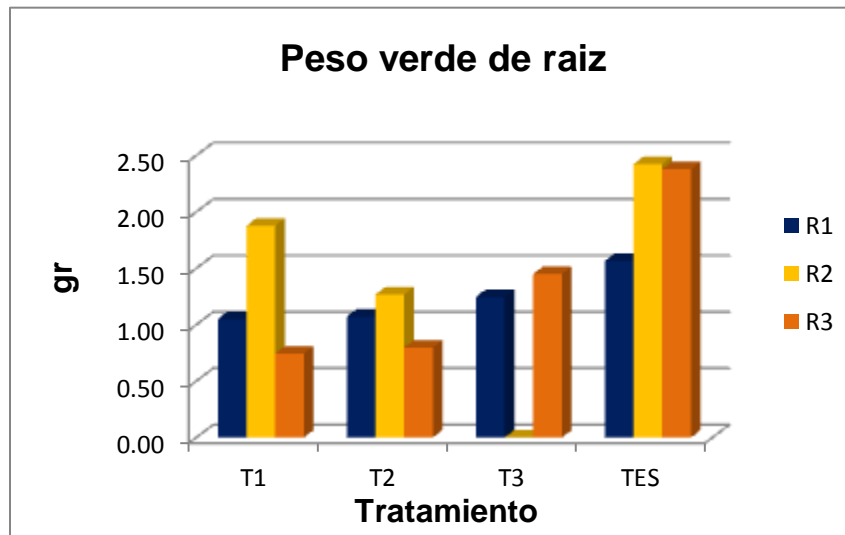


Figura 17. Peso verde de raíces de *Cedrella odorata* L, por tratamientos con sus respectivas repeticiones.

El testigo fue el que más sobresalió en cuanto al peso verde de raíces, seguidamente el tratamiento 1, al 100% de *Tillandsia recurvata* L, el tratamiento 2 y 3 fueron de menor peso.

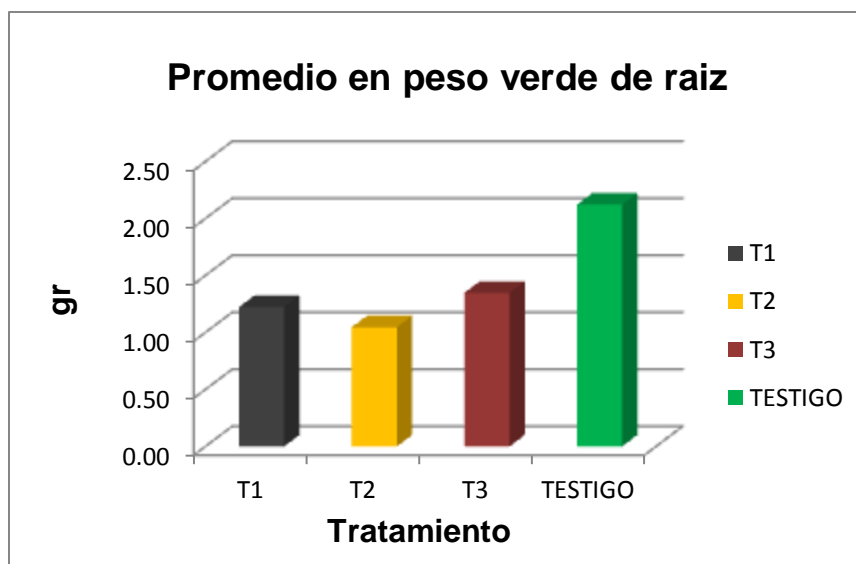


Figura 18. Promedio en peso verde de raíces de *Cedrella odorata* L, por tratamiento.

Dentro del promedio de peso verde de raíces de *Cedrella odorata* L, por tratamientos, el testigo es de alto promedio con un 2.12 gr, seguido el tratamiento 3 con 1.35 gr, en tercer lugar se encuentra el tratamiento 1, el cual fue de 1.22 gr, por último el tratamiento 2, es el que menor promedio presento con un 1.05 gr.

Cuadro 7. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de peso verde de raíz de *Cedrella odorata* L.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	2	0.673	3.66 ^{NS}	4.46	8.65
Error	7	1	0.184			
Total	10	3				

NS: no significativo

De acuerdo al análisis de varianza de peso verde de raíz no existe significancia entre los tratamientos.

4.7 Peso verde de follaje

Los resultados de peso verde de follaje se presentan a continuación en esta gráfica.

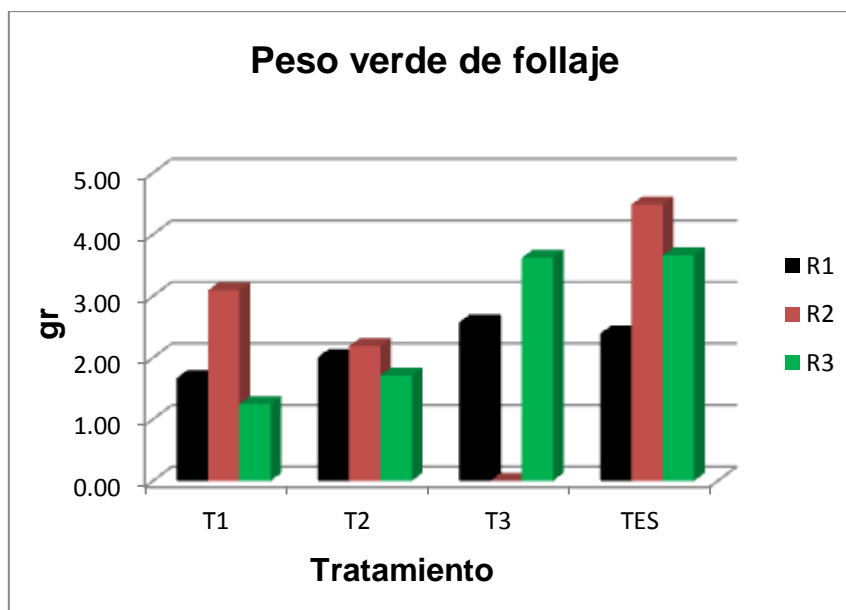


Figura 19. Peso verde en follaje de *Cedrella odorata L.*, por tratamiento y repetición.

El peso verde se obtuvo con la báscula electrónica, el testigo es el que más sobresale, como segundo lugar el tratamiento 3, y el tratamiento 1, en una repetición sobresale ya que para el caso del tratamiento 2, fue el que presentó menor peso verde de follaje.

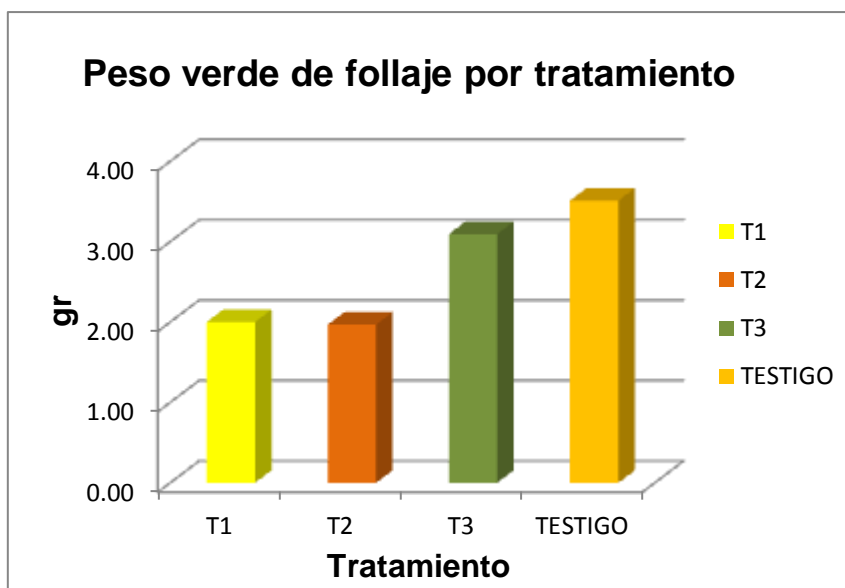


Figura 20. Peso verde en follaje de *Cedrella odorata* L, por tratamiento.

El testigo es de mayor promedio de peso verde con 3.51 gr, como segundo lugar está el tratamiento 3, con un 3.09 gr, el tratamiento 1, presenta 2.0gr, por último es el tratamiento 2, que fue el que menor promedio tuvo siendo un 1.97 gr.

Cuadro 8. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) peso verde de follaje de *Cedrella odorata* L.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	5	2	2.57 ^{NS}	4.46	8.65
Error	7	5	1			
Total	10	10				

NS: no significativo

De acuerdo al ANVA, de peso verde de follaje no hay significancia por lo que la diferencia es muy poca

4.8 Peso seco de raíz

El peso seco de raíz se obtuvo al introducir en un horno las muestras de los diferentes tratamientos con sus respectivas repeticiones, se colocó al horno por 5 días a una temperatura de 40 °C, después se sacaron y con ayuda de la báscula electrónica se obtuvo el peso seco de los diferentes tratamientos, una vez teniendo los datos se procedió a realizar las graficas y el análisis de varianza para poder interpretar los resultados que estos tratamientos presentaron dentro de la evaluación realizada.

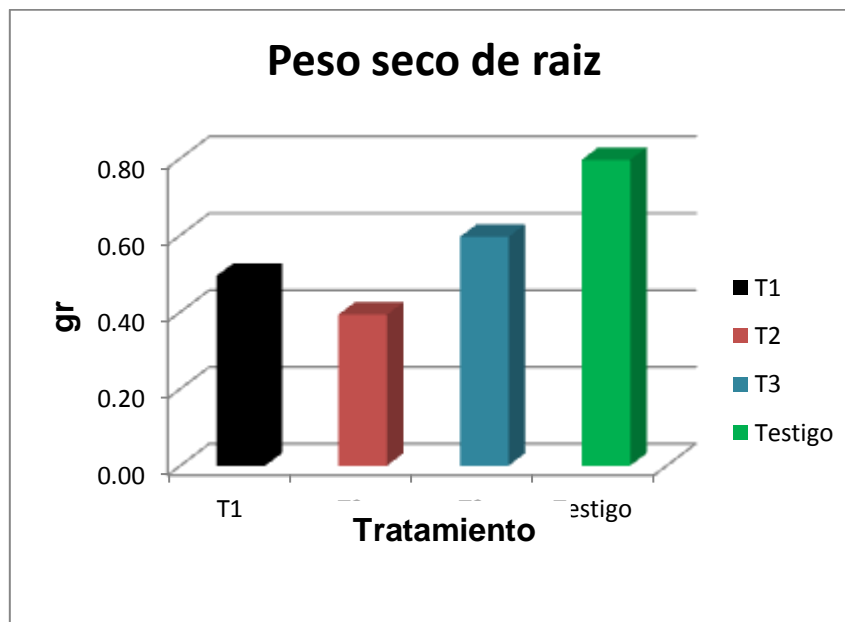


Figura 21. Peso seco de raíz por tratamiento.

El testigo fue el que mayor peso tuvo con 0.80 gr, el tratamiento 3 con un 0.60 gr, el tratamiento 1 con 0.49 gr y el tratamiento 2 con 0.39 gr.

Cuadro 9. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) peso seco de raíz de *Cedrella odorata* L.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	0.265	0.088	3.99 ^{NS}	4.07	7.59
Error	7	0.155	0.022			
Total	10	0.420				

NS: no significativo

De acuerdo al análisis de varianza para peso seco de raíz no existe diferencia significativa.

4.9 Peso seco de follaje

Al igual que el peso seco de raíz se retomó el mismo procedimiento de secado y con la ayuda de la báscula electrónica se pudo obtener el peso seco de follaje, para después interpretarlos como a continuación se muestran en la siguiente gráfica.

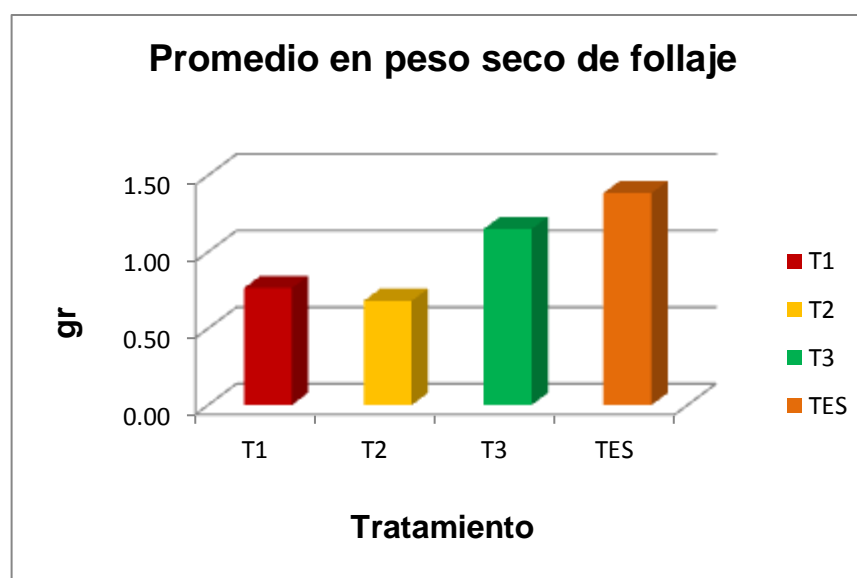


Figura 22. Promedio en peso seco de follaje por tratamientos.

En esta gráfica se representa los pesos secos de follaje para cada tratamiento en el cual se observa que el testigo sigue siendo el mayor con 1.38 gr, seguido el tratamiento 3, con 1.15 gr, el tratamiento 1 con 0.76 gr, por último el tratamiento 2 con 0.68 gr.

Cuadro 10. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) peso seco de follaje de *Cedrella odorata* L.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	1	0.318	2.75 ^{NS}	4.46	8.65
Error	7	1	0.116			
Total	10	2				

NS: no significativo

De acuerdo al análisis de varianza existe poca diferencia entre los pesos secos de follaje de acuerdo a los diferentes tratamientos.

V CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se concluye lo siguiente:

1. El heno mota *Tillandsia recurvata L*, no es recomendable como sustrato ya que presento un 45% de germinación, siendo superado por el tratamiento testigo que consistió en usar la mezcla de Peat Moss, Vermiculita, Perlita mas 1.5 kg de osmocote, el cual alcanzo un 91.67 % de germinación. Los otros sustratos que incluyeron al heno motita como sustrato resultaron estadísticamente muy inferiores en sus porcentajes de germinación todos ellos con menos del 50%.

2. El heno mota *Tillandsia recurvata L*, tuvo un comportamiento igual para el caso de altura y diámetro fue el tercero que sobresalió, ya que el primer lugar lo tuvo el tratamiento testigo y el tratamiento 3 tuvo un segundo lugar, siendo el tratamiento 2 el que menos sobresalió.

3. Para la variable de longitud de raíz el testigo es que más sobresale, como segundo lugar el tratamiento 1 y seguido el tratamiento 3, el tratamiento 2, es el más bajo. Para las variables de peso verde de raíz, peso verde follaje, peso seco de raíz, peso seco de follaje, el comportamiento de los tratamientos se presentan de la siguiente manera: el testigo es el más alto, el tratamiento 3, es que ocupa el segundo lugar seguido el tratamiento 1 y por último el tratamiento 2.

VI RECOMENDACIONES

Los resultados del estudio realizado permiten a que se infieran en las siguientes recomendaciones:

1. Realizar estudios de propiedades físicas del sustrato heno motita, para analizarlos y poder saber cuál es el problema del porqué no es tan bueno para germinación en ciertas especies forestales.
2. Probar la mezcla de heno mota con otros sustratos comerciales.
3. Probar este sustrato con otros tratamientos para ver la eficiencia en la germinación de otras especies forestales.
4. Una vez teniendo germinada las semillas de *Cedrella odorata L*, se puede utilizar a *Tillandsia recurvata L*, como sustrato para la variable de crecimiento en diámetro y para la variable longitud de raíz.
5. Tener una molienda más fina del heno mota y asegurarse de que sea mas composteado para ver qué efecto tiene en la germinación y desarrollo de cualquier otra especie forestal.

VII LITERATURA CITADA

- Abad B.M. (Sustratos, inventarios y características. Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA. América, España. pp., 65-79.
- Beltrán, L., S.; Gámez, V., H. G.; Bañuelos, V., R.; Rincon, D. R. (2009). VI simposio internacional de pastizales: análisis químico proximal de *Tillandsia recurvata* L. para evaluar su potencial como planta forrajera. UANL-ITESM. Nuevo león, México. PP, 17.
- Betancourt B., A. 1987. *Cedrella odorata* L. In: Betancourt B., A. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Editorial Científico-técnica. La Habana, Cuba. Pp. 94-108.
- Chávez G., A. G. (2009). Respuesta de tres especies a la poda mecánica para el control de *Tillandsia recurvata*. Tesis profesional. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 2p.
- Cárdenas L., D. y N.R. Salinas (eds.) 2007. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Pp. 127-130.
- Castaño A. N; D. López. C; E. Octavo. R. (2007). Ecología, aprovechamiento y manejo Sostenible de nueve especies de plantas Del departamento del Amazonas, Generadoras de productos maderables y no maderables. Bogotá. Primera edición Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazona, CORPOAMAZONIA Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- Castellanos, V.I.; S.C. Zenón.; L.H. Berta. (2009). Efecto de *Tillandsia recurvata* L. (bromeliaceae) sobre el éxito reproductivo de *Fouquieria splendens* Engelm. (*Fouquieriaceae*). Nota técnica, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. P. 207.
- CONAFOR. (2000). Ficha técnica de *Cedrella odorata* L., Comisión Nacional Forestal. México. 6p.
- Conzatti, C. 1947. Flora taxonómica mexicana (plantas vasculares). Tomo II. Monocotiledóneas Dieriantadas-Superovaricas e inferovaricas. México, D.F. 83-86 p.
- Díaz S., R. F. (2004). Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero. Memoria de IV Simposio Nacional de Horticultura: Diseño, Manejo y producción. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. 25 p.
- DURYEA, M. L. 1985. Evaluating seedling quality: importance to reforestation. In: DURYEA, M. L. (Ed.). Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, Oregon. USA. 143p.
- Fahn, A. 1978, Anatomía Vegetal. Editorial Blume, Primera Edición, España. Pp.115, 311, 224.
- FAO. (1988). Manipulación de las semillas forestales. Localizado en medio electrónico. [www.fao.org/semillas forestales/libro electrónico](http://www.fao.org/semillas_forestales/libro_electrónico).
- Gaytán M, M. D. (2001). Prueba de germinación de *Pinus cembroides* var. Zucc en ocho sustratos diferentes. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. Pp., 12-15.

- INIFAP. (2010). Tecnologías generadas, validadas o transferidas en los Estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León: folleto técnico.46:11 p. Disponible en: www.inifapcirne.gob.mx/Revistas/Archivos/FichasTecnologicas.pdf.
- Kaplan, J. 2007. Gerencia y control del musgo bola, artículo de los Epizine Herbicide Company, España. 20-67 p.
- Kamila, P.G.2005. Clavel del aire, una planta que afecta a árboles y arbustos, métodos de control. Argentina. Disponible en: <http://riie.com.ar/?a=28067>.
- Mares A. O.; Torres E.L.M.; Flores F.J.D. 2011. Identificación y caracterización de áreas afectadas por heno de mota *Tillandsia recurvata* L., en ecosistemas forestales del estado de Coahuila. Memoria de la VI Reunión Nacional de Innovación Forestal León, Guanajuato. 97 p.
- López, H.O. (2007). Desarrollo histórico de las áreas naturales protegidas en México. Monografía. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mexico.54 p.
- Matuda, E. 1957. Bromeliáceas y Aráceas del Estado de México. Impreso en talleres gráficos de la nación México, Pp. 63.
- Maldonado B., R. K. (2010). Sustratos alternativos para la producción de *Pinus greggii Engelm*, en vivero. Tesis de maestría. Colegio de postgraduados. Montecillo, México. 115p.
- Mesa N. J. (1965). Semilla. Manual para el análisis de su calidad. Ed. Herrera. México, D.F.22 p.
- Montaña, C.; Dirzo R.; Flores A. 1997. Structural Parasitism of an epiphytic bromeliad upon *Cercidium Praecox* in an intertropical semiarid ecosystem. *Biotropica*, Vol. 29. No. 4.5p.

Morales, O. E. R., y Herrera T. L. G. Cedro (*Cedrella odorata* L.), Protocolo para su colecta. 2009. CONAFOR.

Disponible: www.conafor.gob.mx:8080/documentos/download.aspx.

Páez G. L. E; S. Aguilar R; T. Terrazas; M. E. Huidobro S. y E. Aguirre L. (2005). Cambios anatómicos en la corteza de parkinsonia praecox (Ruiz et pavón) Hawkins causados por la epifita *Tillandsia recurvata* L. (bromeliaceae). Boletín de la sociedad botánica de México. (77). PP.: 59-60. Disponible en: redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/577/57708101/index.htm

Páez, G. L. E. 2005. Biología de *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae) y su importancia en aplicaciones prácticas y ecológica. Tesis profesional. Facultad de estudios Superiores Iztacalco, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Estado de México. 82 p.

Pastor S., J.N. (1999). Utilización de sustratos en viveros. TERRA Latinoamericana, Universidad Autónoma Chapingo, México. Volumen 17: pp. 232-233.

Pañuelas, R., J.; Ocuña B., L. (2009). Cultivo de plantas en contenedor. Segunda Edición. Ediciones Mundi-prensa. España. pp. 36-39.

Pire R. y Aracely P. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la Horticultura del Estado Lara Venezuela. Biagro, Universidad Centro – Occidental Lisandro Alvarado Barquisimeto-Cabudare, Venezuela. Volumen 15: pp. 55-56.

Raya Pérez, J.C; Aguirre Mancilla, C.L. (2009). Composición elemental de algunas especies de plantas silvestres mexicanas. Revista Chapingo serie de ciencias forestales y del medio ambiente. Volumen. 15: pp. 97-98.

- SEMARNAT. (1996). Norma Oficial Mexicana -011- Recnat. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de musgo, heno, y doradilla. Diario oficial de la federación. México. pp., 9.
- Sánchez S., J. A; L. M. Torres E. y D. Castillo Q. (2007). Principales plantas parásitas y epífitas e insectos que atacan a los bosques del estado de Nuevo León. CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 36 Coahuila, México. 35 p.
- Sánchez, S.O. 1969. Flora del valle de México. Editorial Limusa, México D.F.34-39p.
- Spomer, L.A. (1985). Techniques for measure plant water. Hort Science 20(6): 10211028.
- Spomer, L. A. (1975). Small soil container as experimental tools; soil: water relation. Comm. Soil Sci. Plant. Anal. 6: 21-26.
- Toledo, M., M. Cruz, W. Pariona y B. Mostacedo. 2005. Plántulas de 60 especies forestales de Bolivia. Guía Ilustrada. IBIF, WWF, CIFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Valverde, T. y R. Bernal. (2010). Hay asincronía demográfica entre poblaciones locales de *Tillandsia recurvata* L. *Boletín de la Sociedad Botánica de México. Numero (86): pp.24-25.*
- Venator, C.R y Liegel, L.H. (1985). Manual para el funcionamiento de viveros mecanizados para raíces desnudas y viveros semimecanizados con recipientes de volumen menor. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional Forestal. Agencia para el desarrollo internacional. Ecuador. 140 p.

Pennington, T.D y José S. (1968). Manual para la identificación de campo de los principales arboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIFAB). Editorial 1, México. p: 238.

Granados, D. S.; G. F. López-Ríos; M. Á. Hernández-García; A. Sánchez-González. (2003). Serie ciencias forestales y del Ambiente. Universidad Autónoma de Chapingo México. Volumen 6: pp. 101-106
Disponible:<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=62913142001>

GALÁN, L. R.; H. M. SANTOS POSADAS; VALDEZ HERNÁNDEZ, Juan Ignacio. Crecimiento y rendimiento de *Cedrella odorata* L. y *Tabebuia donnell-smithii* Rose en San José Chacalapa, Pochutla, Oaxaca. Madera y Bosques [en línea] 2008, vol. 14 [citado 2013-02-17]. Disponible en Internet:<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61711316006>. ISSN 1405-0471.