

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Evaluación de *Tillandsia recurvata* L. como Sustrato Alternativo para la Germinación y Desarrollo de *Pseudotsuga menziesii*

Por:

JESUS ISRAEL RODRIGUEZ MANUEL

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 FORESTAL

Evaluación de *Tillandsia recurvata* L. como Sustrato Alternativo para la Germinación y Desarrollo de *Pseudotsuga menziesii*

Por:

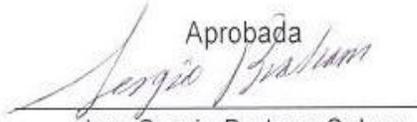
JESUS ISRAEL RODRIGUEZ MANUEL

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada



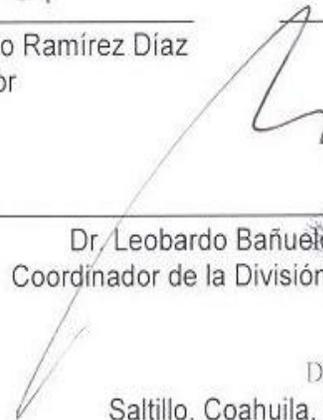
Ing. Sergio Braham Sabag
Asesor Principal



Ing. José Antonio Ramírez Díaz
Coasesor



M.C. Melchor García Valdez
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso del cielo y de la tierra

Gracias a él estoy concluyendo este proyecto de estudios y de vida, que al fin de cuentas sin su ayuda no hubiera logrado terminar la tesis.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme sus puertas desde el momento que fui parte de ella y por todos los momentos gratos que pase en mi Alma, Terra, Mater.

Al Ing. Sergio Braham Sabag, por la disposición de su tiempo y confianza para lograr que esta investigación se concluyera.

Al M.C. Melchor García Valdez, por su paciencia y disponibilidad que tuvo para que este trabajo se llevara a cabo y a pesar de los obstáculos siempre estuvo apoyándome.

Al Ing. José Antonio Ramírez Díaz, por su apoyo y la disposición que siempre mostro para terminar de buena forma el presente trabajo

A la Dra. Gabriela Ramírez Fuentes, por sus enseñanzas y apoyo incondicional, durante mi formación como estudiante universitario y por sus sabios consejos; además de la amistad que me brindo.

Al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla, por sus consejos, sugerencias y apoyo brindado durante mi formación como alumno.

A mis Maestros del Departamento de Forestal, por las enseñanzas brindadas en cada una de las materias impartidas durante mi formación académica.

DEDICATORIA

A mis Padres, Israel Rodríguez Espinoza y Guadalupe Manuel Aguilar, por darme la vida, amor, comprensión y apoyo, en estos 5 años de carrera universitaria, que Dios los bendiga y les dé fortaleza para que sigan siendo excelentes padres, los amo con todas mis fuerzas.

A mis Hermanas, Paola G. Rodríguez Manuel y Lorayne M. Rodríguez Manuel, por el amor que me tienen, por las alegrías y tristezas que hemos pasado y por esa hermosa familia que formamos, los amo.

A mi Esposa, Sandra E. Peña Ríos, por haberme guiado y darme su amor incondicional en estos años de matrimonio y tener esa paciencia tan amorosa.

A mi Suegra, Mireya Ríos Meza, que fue incondicional en sus sabios consejos y su cariño demostrado durante estos años de matrimonio.

A mis Cuñados, Ramón, Rebeca, Estefany y Antonio, por ese inmenso apoyo demostrado para concluir los estudios de la Universidad.

A mi Tío, Ramiro Manuel Aguilar (q.e.p.d.), por su gran apoyo incondicional en la realización de este proyecto de vida, donde quiera que estés te quiero mucho.

A mis Abuelos Paternos, Domiciano Rodríguez Cruz y María Espinoza Enríquez, por ese gran amor que me tienen y por darme esos sabios consejos para caminar en esta vida.

A mis Abuelos Maternos, Jesús Manuel Guzmán y América Aguilar González, por su cariño que me han demostrado y la fortaleza que me dan para sacar adelante este proyecto.

A Mis Tíos, Librado, Rubiel, Milton, Ediel, Irineo (q.e.p.d.), Víctor, Raúl, Chuci, Paco, Santiago, Vicente, Noé, Paco Piña, Chano, Israel y a los demás que no nombre que son parte de mi familia.

A mis Tías, Doris, Lorena, Irma, Ade, Angelita, Zoila, Emilia, Anita, Rocío, Laura, Gladis, Sandra, Tita, Esperanza, Graciela, Irene, que siempre me dieron una palabra de aliento para seguir adelante.

A mis Primos, Memo, Frida, Arely, Neo, Alberto, Sofía, Adriana, América, Maribel, Patricia, Rey, Floriberto, Fernando, Alejandra, Baldemar, Jonathan, Paquito, y todos los que conforman a toda mi familia.

A mi Amigo y Hermano, Diego Adrian Estrada Muñoz, por haberme acompañado en las buenas y las malas durante esta caminata dentro de la institución.

A mis Amigos, Esteban, Memo, Ing. Pepe, Ing. Julieta, Carlos, Wilder, Fernando, Giovanni, Javier, Víctor, Paola, Jelsi, Yesica, Vanesa, Eliazar, Alejandro, Alexis, Manuel, Mario, Dangelis, David y los demás que fueron un apoyo incondicional durante la estancia en esta Universidad.

A mi Alma Terra Mater, por darme esa oportunidad de seguir estudiando y su gran apoyo para ser un profesionalista en el área más importante de la carrera Ing. Forestal.

ÍNDICE

ÍNDICE DEL CONTENIDO	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE CUADROS	V
RESUMEN	VI

ÍNDICE DEL CONTENIDO

I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Importancia del estudio	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Objetivo general	2
1.4 Objetivos específicos	2
1.5 Hipótesis	2
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Clasificación taxonómica de <i>Tillandsia recurvata</i>	3
2.1.1 Morfología de <i>Tillandsia recurvata</i>	3
2.1.2 Familia Bromeliaceae.....	4
2.1.3 Características	4
2.1.4 Ecología	5
2.1.5 Distribución geográfica.....	6
2.1.6 Aprovechamiento Forestal	7
2.1.7 Métodos de control.....	7
2.1.8 Propiedades físicas de <i>Tillandsia recurvata</i> como sustrato.....	8
2.2 Morfología de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	10
2.1.2.2 Descripción	10
2.1.2.3 Distribución geográfica.....	11
2.3 Tipos de sustratos.....	11
2.3.1 Propiedades de los sustratos	12

2.3.2 Sustrato ideal	13
2.4 Características de las semillas forestales	13
2.4.1 Análisis de las semillas forestales	14
2.4.2 Calidad de semillas	14
2.5 Germinación	14
2.5.1 Pruebas de germinación	15
2.5.2 Viabilidad.....	15
2.6 Calidad de planta	16
2.6.1 Plántulas normales.....	16
2.6.2 Plántulas anormales.....	17
2.7 Invernadero	17
2.7.1 Riegos	18
2.8 Estudios afines.....	19
III MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 Descripción de área de estudio.....	20
3.2 Tratamientos	21
3.3 Descripción de las actividades realizadas	22
3.3.1 Materiales	22
3.3.2 Actividades realizadas	23
3.3.3 Riegos.....	24
3.3.4 Descripción de los tratamientos	25
3.3.5 Diseño experimental	25
3.3.6 Modelo estadístico utilizado (ANVA).....	26
3.3.7 Prueba de Tukey.....	27
3.4 Análisis de pureza.....	27
3.5 Variables evaluadas.....	28
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1 Porcentaje de germinación (%)	31
4.2 Porcentaje de mortalidad (%).....	34
4.3 Altura de la planta	36
4.4 Diámetro del cuello de la planta	38

4.5 Masa radicular.....	40
4.6 Masa aérea	43
4.7 Numero de raicillas blancas	47
4.8 Peso seco (masa radicular y aérea).....	49
V CONCLUSIONES.....	53
VI RECOMENDACIONES	55
VII LITERATURA CITADA	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Tillandsia recurvata</i> en arboles de <i>Pinus sp.</i>	44
Figura 2. Conos de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	47
Figura 3. Invernadero Forestal (UAAAN).	48
Figura 4. Porcentaje de germinación de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> con diferentes tratamientos.	49
Figura 5. No. De plantas germinadas por periodos de tiempo con los diferentes tratamientos.	50
Figura 6. Porcentaje de mortalidad de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> con diferentes tratamientos.	49
Figura 7. Desarrollo en Altura de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> de la primera y segunda evaluación.	53
Figura 8. Desarrollo en Diámetro basal de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> de la primera y segunda evaluación	53
Figura 9. No. Longitud de raíz de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> en los diferentes tratamientos evaluados.	50
Figura 10. Peso húmedo de la masa radicular (Raíz) de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> en los diferentes tratamientos evaluados.....	49
Figura 11. Altura de planta de la masa aérea de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> en los diferentes tratamientos evaluados.	53
Figura 12. Diámetro de planta de la masa aérea de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> en los diferentes tratamientos evaluados	53
Figura 13. Peso húmedo de la masa aérea <i>Pseudotsuga mensiezii</i> en los diferentes tratamientos evaluados	53
Figura 14. Numero de raicillas blancas <i>Pseudotsuga mensiezii</i> en los diferentes tratamientos evaluados.	50
Figura 15. Peso seco de la masa radicular de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> en los diferentes tratamientos evaluados...	49
Figura 16. Peso seco de la masa aérea de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> en los diferentes tratamientos evaluados.	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos con sus respectivas mezclas y proporciones.	38
Tabla 2. Diseño de los tratamientos experimentales de la investigación	38
Tabla 3. Porcentaje de germinación de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> con diferentes tratamientos.	43
Tabla 4. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de germinación de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	45
Tabla 5. Porcentaje de mortalidad de <i>Pseudotsuga mensiezii</i> con diferentes sustratos y diferentes proporciones.	45
Tabla 6. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de altura de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	46
Tabla 7. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de desarrollo de diámetro basal de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	53
Tabla 8. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de masa radicular de la longitud de raíz de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	53
Tabla 9. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de masa radicular del peso húmedo de raíz de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	53
Tabla 10. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de masa aérea de la altura de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	53
Tabla 11. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de masa aérea del diámetro de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	53
Tabla 12. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de masa aérea del peso húmedo de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	53
Tabla 13. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) del numero de raicillas blancas de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	53
Tabla 14. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) del peso seco de la masa radicular de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	53
Tabla 15. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) del peso seco de la masa aérea de <i>Pseudotsuga mensiezii</i>	53

RESUMEN

México tiene un problema grave de sobrepoblación del heno motita (*Tillandsia recurvata* L.), que provoca daños irreparables en nuestros ecosistemas de *Pinus*, para ello se realizan investigaciones tendientes a la utilización del heno como sustrato alternativo, dado que los sustratos convencionales para la producción de plantas son de costos altos y si los resultados son positivos se podrá contribuir al problema mencionado y así darle un valor agregado a este sustrato. El objetivo del estudio es evaluar el uso de composta de heno motita (*Tillandsia recurvata*) como sustrato alternativo para la germinación y desarrollo de plántulas de la especie forestal *Pseudotsuga menziesii*. Las hipótesis planteadas para este estudio son las siguientes; Ho: *Tillandsia recurvata* tiene propiedades adecuadas como elemento de un sustrato alternativo para la germinación y desarrollo de semillas de *Pseudotsuga menziesii*, Ha: *Tillandsia recurvata* no funciona como sustrato alternativo en la germinación de semillas y desarrollo de la plántula *Pseudotsuga menziesii*. Se empleó un Diseño Completamente al Azar, tomando en cuenta una parcela faltante porque no hubo germinación alguna en una de las repeticiones del experimento, se tuvo cuatro tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos son; composta de *Tillandsia recurvata* al 100%, composta de *Tillandsia recurvata* al 50% + sustrato base (perlita, vermiculita, Peat moss y 160 gr de osmocote) al 50%, composta de *Tillandsia recurvata* al 25% + sustrato base al 75%, y el Testigo al 100% de sustrato base. Se evaluó: porcentaje de germinación, porcentaje de mortalidad, altura de planta, diámetro del cuello, masa radicular (longitud de raíz y peso húmedo), masa aérea (altura, diámetro y peso húmedo), número de raicillas blancas y peso seco (masa radicular y masa aérea). Los datos se procesaron en una tabla de análisis de varianza (ANVA). Los resultados de germinación y desarrollo, no mostraron diferencias entre los tratamientos evaluados esto indica que *Tillandsia recurvata* tiene no tiene influencia directa en estos parámetros.

PALABRAS CLAVE: Germinación, sustratos, composta, *Tillandsia* y *Pseudotsuga*.

I.- INTRODUCCIÓN:

1.1.- Importancia del estudio.

Tillandsia es un género de la familia de las bromeliáceas que comprende especies epifitas. En México se tiene un problema grave de sobrepoblación del heno motita (*Tillandsia recurvata* L.), la cual se comporta como una plaga que provoca daños irreparables en nuestros ecosistemas de *Pinus*. Por esta razón se realizan estudios e investigaciones tendientes a la utilización del heno en diferentes aspectos entre estos, como sustrato alternativo, mencionando que el heno es muy abundante en nuestros bosques de *Pinus* y dado que los sustratos convencionales para la producción de plantas en el mercado son de costos altos y en algunas ocasiones difíciles de conseguir. Si los resultados son positivos se podrá contribuir al problema mencionado y favorecer a las comunidades rurales para obtener ingresos por la comercialización del heno motita.

En el norte del país se pueden aprovechar las poblaciones de *Tillandsia recurvata* dándoles mantenimiento a nuestros bosques y al mismo tiempo tomando un recurso con provecho económico.

1.2.- Planteamiento del problema.

En los bosques de coníferas del estado de Coahuila, las estimaciones llegan alrededor de 60 mil hectáreas arboladas por esta planta epifita que se ven afectadas por problemas serios de plagas como los es el heno motita (*Tillandsia recurvata*), (Sánchez y Col., 2005). En cantidades excesivas en los arboles puede llegar a asfixiar al árbol, además puede causar un desequilibrio en la actividad fotosintética de estos árboles, por ello se le debe dar un manejo adecuado a esta especie y a la vez aprovecharla (Nilsen citado por Pastor en el 2000).

Tillandsia recurvata siempre se le ha visto como una plaga dañina para el ecosistema donde se encuentre, la literatura menciona que es difícil de erradicarla por la gran adaptabilidad y resistencia que presenta en condiciones ambientales extremas, por eso se debe de realizar un estudio minucioso de esta especie.

1.3.- OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el uso de heno motita composta (*Tillandsia recurvata*) como sustrato alternativo para la germinación y desarrollo de plántulas de la especie forestal *Pseudotsuga menziesii*.

1.4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Comparar la germinación y desarrollo de plántulas de oyamel en sustrato convencional y un sustrato preparado con heno motita.
- Evaluar la pertinencia de utilizar al heno motita como sustrato alternativo, comparado con otros sustratos.

1.5.- Hipótesis:

Ho: *Tillandsia recurvata* no funciona como sustrato alternativo en la germinación de semillas y desarrollo de las plántulas de *Pseudotsuga menziesii*.

Ha: *Tillandsia recurvata* tiene propiedades adecuadas como elemento de un sustrato alternativo para la germinación de semillas y desarrollo de las plántulas de *Pseudotsuga menziesii*.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1.- Clasificación taxonómica de *Tillandsia recurvata* (Martínez, 1979; Conzatti, 1968).

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinids

Orden: Poales

Familia: Bromeliaceae

Género: *Tillandsia*

Especie: *recurvata*



Figura 1. *Tillandsia recurvata* en arboles de *Pinus sp.*

Los nombres más comunes por el que se le nombra a *Tillandsia recurvata*, son los siguientes: heno motita, gallito, pastle, hichicome (Sonora) y hichiconi (Chihuahua), (Martínez, 1979; Conzatti, 1968). Ver figura 1.

2.1.1.- Morfología de *Tillandsia recurvata*.

Las bromelias constituyen el componente más conspicuo de la vegetación epífita neotropical y se considera que algunas de las razones que contribuyeron a su

confinamiento en dicha región son el hecho histórico, geológico y biogeográfico (Madison, 1977).

2.1.2.- Familia Bromeliaceae

Entre las epífitas vasculares se encuentran representadas de manera profusa especies de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae.

2.1.3.- Características:

Tillandsia recurvata tiene raíces que se originan a partir del periciclo del tallo y crecen hacia abajo dentro del cortex y salen al exterior cerca de la base del tallo, (Fahn, 1978).

Conzatti, 1968 y Sánchez 1969, describen que los tallos son cilíndricos de 2 a 4 cm de largo y diámetro de 1.5 a 2.4 mm, con vainas blancas, oblongas de 1 a 1.2 cm lineales y de 4 a 5 mm de ancho. Densamente grises, acuminadas a atenuadas en el apéndice.

Las variedades de hojas más finas crecen en áreas lluviosas y las variedades de hojas gruesas en áreas con sequías. Los alimentos se recolectan del aire (polvo, hojas que se caen y materia procedente de los insectos) a través de las estructuras en las hojas llamadas tricomas. Las especies de *Tillandsia* son epífitas, es decir, en la naturaleza crecen normalmente sobre otras plantas, sin ser parásitos, y crecen fuera del suelo, creciendo encima de otras plantas, generalmente en árboles, ó en rocas y acantilados. La reproducción está asegurada por las plántulas llamadas los "hijuelos". (Grupo Autónomo para la investigación Ambiental A.C. 2007)

Planta acaule o cortamente caulescente, de 4 a 15 cm de alto, densamente escamosa, cinérea o ferruginosa, por lo general agrupada por varias en masas esféricas; raíz presente; hojas dísticas, de (3) 5 a 10 (17) cm de largo, vainas elíptico-ovadas, laminas típicamente recurvadas, lineares, cilíndricas, de 0.5 a 2 mm

de diámetro; inflorescencia casi siempre con 1 a 2 flores (muy rara vez hasta 5), brácteas florales similares a las del escapo pero más pequeñas, casi del mismo largo que los sépalos; flores erectas; sépalos lanceolados, de 4 a 9 mm de largo, membranáceos, con 3 o más nervaduras prominentes, generalmente glabros, libres; pétalos angostos, de aproximadamente 1 cm de largo, de color lila (rara vez blancos); estambres profundamente inclusos, más largos que el pistilo; capsula estrechamente cilíndrica, hasta 3 cm de largo, abruptamente terminada en un pico corto. “Heno pequeño”. (Rzedowski y Rzedowski, 1979).

2.1.4.- Ecología.

Hábitat:

Debido a que un grupo muestran gran adaptabilidad y resistencia a condiciones ambientales extremas, las bromelias se hallan en la mayoría de los tipos de vegetación del país; pinares, encinares, bosques húmedos, matorrales, selvas y demás, se les encuentra también en zonas cálidas y lluviosas como en zonas secas y frías. Se ha investigado las preferencias de acogida de esta especie mediante el análisis de su incidencia en los árboles en una parcela de 1 ha en un entorno semidesértico en México. (Grupo Autónomo para la investigación Ambiental A.C. 2007).

Crece en diferentes tipos de bosque: pino, encino y abeto, en zonas de humedad relativa alta. Usualmente se encuentra en encinos y todo árbol de clima templado frío lo usa como hospedero. Capaz de sobrevivir a temperaturas de congelación, su rango va de 32 a -10 °C, es una epífita perenne, su altura es de 15 – 30 cm., su espaciamiento es de 22 – 30 cm., exposición al sol es ligera, prefiere la sombra y en ocasiones por su densidad mata árboles (Rzedowski y Rzedowski, 1979).

Hospederos:

Se desarrollan sobre ramas secas, cables de luz, teléfono y otras estructuras inertes, permiten poner en duda que ello ocurra, tanto como que signifique un efecto detrimental sobre el hospedante vivo. No obstante, existen reportes que refieren efectos detrimentales de las asociaciones epifíticas (Benzing et. al., 1978), por ejemplo, a causa del sombreado que producen cuando el grado de invasión es importante (Benzing, 1978). También Claver et. al. (1983) definieron a *Tillandsia recurvata* y como verdaderas malezas epifitas que compiten por la luz con sus hospedantes.

Grupo Autónomo para la investigación Ambiental A.C. (2007), mencionan que comienza el ciclo de vida con la fecundación de los óvulos por el polen y la consiguiente formación de numerosas semillas en los frutos carnosos llamados capsulas o bayas. Las semillas son dispersadas por el viento (en las bromelias epifitas) o por animales y germinan en los árboles, las rocas o el suelo que son los hospederos inorgánicos que reúnen las condiciones adecuadas de humedad, luz y temperatura. Un porcentaje muy pequeño del total de semillas liberadas germina y da origen a plántulas.

Daño:

Páez y colaboradores (2005), señalan que la epifita *T. recurvata* que crece en ramas de *Parkinsonia praecox* en las zonas semiáridas del Valle de Zapotitlán, Salinas, México, en un estudio anatómico de la corteza permitió reconocer la presencia de floema no colapsado, floema colapsado, un córtex cuyas células bajo la epidermis muestran cloroplastos y una epidermis múltiple cubierta por una capa de cera epicuticular gruesa.

2.1.5.- Distribución geográfica:

Las bromelias son plantas que habitan exclusivamente en el continente americano, con excepción de *Pitcairnia feliciana* que es originaria de África. Su rango de

distribución se extiende desde el Estado de Texas en los Estados Unidos hasta Argentina y Chile (Schimper, 1933).

Ampliamente distribuida en el Valle de México, sobre todo en las partes inferiores y más secas. Altura de 2250 – 2900 metros, epífita y rupícola sobre todo en matorral xerófilo, bosque de encino y ocasionalmente en bosque de pino-encino. A veces se le puede ver también formando matas esféricas sobre alambres de la luz, de teléfono, etc. Se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina y Chile (Rzedowski y Rzedowski, 1979).

2.1.6.- Aprovechamiento forestal.

La NOM - 011RECNAT – 1996, que establece el manejo, aprovechamiento y transporte del heno, así como para la doradilla y musgo, esto con la finalidad de conservar, restaurar y proteger a la biodiversidad y manejo de los recursos naturales forestales (SEMARNAT, 1996).

2.1.7.- Métodos de control.

- Mecánico: Este método comprende una poda total de ramas afectadas con Heno, troceo de ramas y después trasladar el material removido a un lugar despejado y quemar todo el material hasta su extinción (CONAFOR, 2009).
- Químico: Apenas se empieza a estudiar este tipo de método, el producto que se utiliza es un producto orgánico llamado Muérdago Killer, (Coria y Vázquez, 2008).

2.1.8.- Propiedades físicas de *Tillandsia recurvata* como sustrato.

Densidad aparente (Da).

El efecto de la Da sobre el desarrollo de *P. cembroides*, es benéfico porque favorece la geminación, la altura de planta, el diámetro de cuello y la longitud de raíz, y reduce la mortalidad. La baja Densidad aparente indica que son ideales debido a que resultan económicamente beneficiosos, ya que mejora significativamente la capacidad operacional del medio del cultivo, disminuyendo los costos de transporte y manipulación de materiales. El sustrato compuesto por *Tillandsia recurvata* tiene una baja densidad aparente ($0.14\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$), esto se relaciona a tener mayor porosidad en los sustratos (Vázquez, 2010).

Maldonado (2010), encontró que las densidades aparentes (Da) oscilan entre $0.17\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ y $0.36\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, siendo la mezcla con 60% corteza + 40% aserrín y 2 mg/L y sin hidrogel, la que presenta valores más bajos comparadas con el testigo que presentó el valor más alto.

Potencial de hidrogeno (pH).

Vázquez (2010), el sustrato a base de *Tillandsia recurvata* tiene un pH de 7.2, lo cual denota que el sustrato es ligeramente alcalino lo cual es ideal para su uso. El pH del Peat Moss, es por lo general ácido, pero la práctica de encalado, es para ajustar el pH a 7.0, lo que indica que la combinación con heno de motita aumenta el valor de pH, afectando el desarrollo de *P. cembroides*. En este caso para todos los tratamientos utilizados en la germinación de semillas de piñonero, el contenido de Potencial de Hidrogeno fluctúa entre 7.1-7.4, lo cual denota que es material ligeramente alcalino lo cual es ideal para su uso, ya que los nutrientes no tendrán tanto problema en la disponibilidad de nutrientes.

Capacidad de Retención de Agua (%).

Para la capacidad de retención de agua se encontró que, para que sea óptima deberá ser al 40 %, también contando con otras características distintivas de los sustratos, la retención de agua puede aumentar con una buena porosidad y la combinación de sales adecuadas, el sustrato a base de *Tillandsia recurvata* fluctúa entre 61% a 66% por lo que es óptima, (Vázquez, 2010).

Porosidad total (PT).

Vázquez, (2010). La porosidad total de *Tillandsia recurvata*, fluctúa de 65% a 91%, por lo que permite que el sustrato tenga una buena retención de agua. Ballester (1992), menciona que se estima como óptimo un valor de porosidad total del 70-90%.

Conductividad eléctrica (CE).

Vázquez (2010), menciona que esta propiedad física influye sobre la presión osmótica de la solución por lo tanto esto es igual a la disponibilidad de agua para las raíces de las plantas si la CE, en cierto momento es menor o mayor el rendimiento de los cultivos puede ser menor del óptimo. Si el contenido de CE, es menor pueden presentar deficiencias de algunos nutrientes, pero si esta es mayor puede presentar síntomas de deficiencia de agua, toxicidades o quemaduras en hojas, la CE de *Tillandsia*+ Peat moss, es de (0.26 dS.m⁻¹) por lo que está un valor óptimo.

2.2.- Morfología de *Pseudotsuga mensiezii*.

Reino: Metaphyta.

División: Spermatophyta.

Clase: Pinophyta.

Orden: Pinales.

Familia: Pinaceae.

Género: *Pseudotsuga*

Especie: *mensiezii*



Figura 2. Conos de *Pseudotsuga mensiezii*.

Nombres comunes: Guayamé colorado u oyamel rojo nombrado así por los pobladores de la Sierra de Arteaga en Coahuila, Abeto, abeto Douglas, pino de Oregón y abeto de Oregón en E.U.A.

2.2.1.- Descripción:

Árbol de 12 a 15 m de altura, a veces hasta de 35 m; tronco de 30 a 50 cm de diámetro, ramas subverticiladas o irregularmente dispuestas formando una copa más o menos cónica y regular; hojas de 15 a 25 mm de largo por 1 a 1.5 mm de ancho; yemas ovoides, acuminadas, de 8 a 12 mm de largo, protegidas por brácteas de color café oscuro en la base y claro en el ápice; conos ovales o largamente ovoides, de 5.5 a 8 cm de largo por 3.5 a 4 cm de ancho, con 25 a 30 escamas fértiles, de color café-rojizo oscuro y provistos de un pedúnculo de 8 a 10 mm de largo, escamas subrómicas o suborbiculares, no auriculadas, cóncavas, grandes y gruesas, de

unos 25 mm de alto por 20 a 25 mm de ancho, brácteas de 25 a 30 mm de largo por 5 mm de ancho, con el borde rasgado hacia la parte superior y la punta central saliente, las puntas laterales no sobresalen; semillas vagamente ovoides o subtriangulares, de 5 a 7 mm de largo por 3.5 mm de ancho, plano-convexas, de color café, ala de color café claro, de 15 mm de largo incluyendo la semilla. “Romerillo”. En el Valle del estado de México, se ha encontrado entre 2750 y 3000 m de altitud en sitios con bosque de oyamel. Se ha colectado solamente en los municipios de Pachuca y Epazoyucan. Fuera de la región de estudio se extiende de Chihuahua, Coahuila y Nuevo León a Hidalgo, Puebla y Tlaxcala (Rzedowski y Rzedowski, 1979).

2.2.2.- Distribución geográfica:

La distribución natural de *Pseudotsuga* en México está asociado a factores históricos, por lo cual, la mayor parte de sus poblaciones están mezcladas con otras especies de coníferas a lo largo de la Sierra Madre Oriental y Occidental y algunas poblaciones en el Eje Volcánico transversal (Rzedowski, 1978; Domínguez, 1994).

Se le encuentra en las Montañas de la Sierra Madre Occidental en los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas y Coahuila y en la Sierra Madre Oriental en los estados de Nuevo León y Tamaulipas; hacia el Sur en el Eje Neovolcánico en los estados de Hidalgo, Puebla y Tlaxcala (Martínez, 1963; Rzedowski; 1978, Domínguez, 1986).

2.3.- Tipos de sustratos:

Es todo material sólido distinto del suelo, ya sea natural o de síntesis, residual, mineral u orgánico, que, colocado 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 (Díaz, 2004).

Pastor, (2000), dice que el sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta. Esto último, clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.) y químicamente activos (turbas, corteza de pino, etc.). En el caso de los materiales químicamente inertes, éstos actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que en los restantes intervienen además en procesos de adsorción y fijación de nutrimentos.

2.3.1.- Propiedades de los sustratos:

Díaz (2004), describe las propiedades de los sustratos.

Propiedades químicas:

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza.

Propiedades físicas: las propiedades físicas se necesitan en un sustrato para caracterizarlo son: densidad aparente, densidad real, granulometría, porosidad total, porosidad de aire, porosidad de agua, agua fácilmente disponible, agua de reserva y agua difícilmente disponible. Son fundamentales las propiedades físicas en el sustrato; 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.

2.3.2.- Sustrato ideal.

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc.

Abad (1993), afirma que no existe el sustrato ideal, pero si el mejor medio de cultivo para cada caso concreto, dependiendo este de varios factores:

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

2.4.- Características de las semillas forestales.

Las semillas que se originan en los frutos son el producto de la unión entre dos individuos, uno femenino y otro masculino; a este tipo de semilla se le llama semilla botánica.

Según, Mirov, (1967), La semilla es la unidad básica de reproducción en las angiospermas, donde el embrión se establece en el gametofito femenino.

Muchos árboles forestales tienen semillas aladas o frutos alados, y casi todas las semillas de coníferas poseen un ala que puede ser desde larga y dura hasta muy corta y blanda (Morandini 1962, Turnbull 1975). A fin de facilitar el procesamiento de las semillas y su siembra en el vivero, esta ala suele quitarse siempre que sea mayor que la semilla o el fruto.

2.4.1.- Análisis de las semillas forestales.

El análisis de las semillas forestales para pureza y germinación, es una práctica aceptada en muchos países, en años recientes los comerciantes en semillas y productores de ellas, han reconocido en forma creciente que no basta realizar pruebas de pureza y germinación, y se deben realizar métodos internacionales para descubrir los organismos más serios que se transmiten en las semillas (Andersen y Charles, 1980).

2.4.2.- Calidad de semilla.

(Cuisance, 1988), dice que una semilla es buena cuando tiene la facultad germinativa, es decir, el poder de germinar si se coloca en condiciones convenientes. Las semillas pierden esa facultad con la edad y más rápidamente cuando su conservación es defectuosa.

La semilla de buena calidad presenta las siguientes características, de acuerdo con Hartman y Kester, 1999.

- Reproduce con fidelidad las características genéricas de la especie a cultivar.
- Tiene capacidad para una germinación elevada.
- Esta libre de enfermedades e insectos.

2.5.- Germinación.

(Moreno, 1976) la define como emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que son manifestaciones de habilidad que tiene la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables en el suelo.

(Rudolf, 1984) menciona que la germinación de especies forestales en el vivero y en el campo es del 50 % al 80 % de la germinación en laboratorio y en el trópico puede llegar hasta un 95 %, posteriormente a la germinación puede ocurrir mortalidad.

2.5.1.- Pruebas de germinación.

Las pruebas de germinación están diseñadas para indicar tan cercanamente cómo es posible, el desarrollo de plantas fuertes en el campo, el jardín y el bosque. Son de gran importancia estas pruebas ya que con estas se ahorra tiempo y dinero (Vera et al., 1984).

(Camacho, 1994) dice que un medio adecuado para que las semillas puedan germinar y se pueda observar el crecimiento inicial de las plántulas, debe tener una buena retención de humedad, un buen pH entre 6 y 7.5, buena porosidad y ausencia de sustancias tóxicas y microorganismos que puedan afectar la germinación de las semillas.

La evaluación de las pruebas de germinación, se clasifican a estas por plántulas normales, plántulas anormales, semillas en dormancia y semillas muertas (Copeland y McDonald, 1985).

2.5.2.- Viabilidad.

Es una cualidad de una semilla de ser potencialmente capaz de germinar, esta cualidad se ve influida por factores que actúan antes y después de la maduración de las semillas. Esto se puede expresar como el porcentaje de germinación, que indica el número de plantas por número dado de semillas (Hartmann y Kester, 1999).

La mayoría de las plantas silvestres de la zona templada se conservan mejor si son desecadas completa y cuidadosamente, colocadas en recipientes perfectamente cerrados y almacenadas con refrigeración moderada. Las semillas de plantas enfermas o de otras poco vigorosas, generalmente tienen menos longevidad que la

mayoría de las plantas normales. Deben conocerse específicamente métodos adecuados para el almacenamiento y métodos también adecuados para la germinación, antes de que el máximo de la longevidad de la semilla pueda conseguirse (Quick, 1984).

(Camacho, 1994) señala que la pérdida de viabilidad en las semillas puede resultar por causas externas, como el ataque de hongos, insectos o roedores. El calor excesivo, las heladas, la sequía, la salinidad y las carencias nutricionales que ocurran antes de la maduración de las semillas.

2.6.- Calidad de planta.

Se define como aquella que es capaz de alcanzar un desarrollo (supervivencia y crecimiento) óptimo en un medio determinado; sin embargo, no existe un modelo de calidad ideal para cada especie, esta será diferente para cada lugar y cada situación propia de cada semilla y tanto en el espacio y tiempo (Duryea, 1985).

Se menciona que la calidad de planta es el resultado de su genética (genotipo) y del ambiente de propagación (Landis y Landis, 1990).

(Torral, 1997), dice que una planta ideal o de óptima calidad es aquella que es capaz de sobrevivir en el terreno con altas tasas de crecimiento inicial. Se señala que un brinjal de calidad es aquel que puede sobrevivir en un estrés ambiental prolongado y producir un vigoroso crecimiento posterior a la plantación.

2.6.1.- Plántulas normales.

Es aquella que demuestra la capacidad para continuar su desarrollo en una planta normal con suelo de buena calidad bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. Para continuar con esta capacidad su desarrollo depende de la solidez y capacidad para continuar el desarrollo de sus estructuras durante la

germinación, esto la define las Reglas Internacionales de Pruebas de Semillas (1979).

2.6.2.- Plántulas anormales.

(ISTA, 1979) la define como aquella la cual no tiene la capacidad de desarrollarse en una planta normal cuando se siembra bajo condiciones favorables, porque una o más de sus estructuras esenciales han sido dañadas irreparablemente.

Plántulas que no muestran el potencial adecuado para desarrollarse para convertirse en una planta normal cuando se les cultiva en suelos de buena calidad y en condiciones favorables de humedad, temperatura y luz (Warham et al., S/A).

Se clasifica como una plántula anormal cuando presenta una de las siguientes características: (Asociation Official of Seed Analysts 1992)

- Una o más estructuras esenciales deterioradas como resultado de infección primaria, esto puede resultar por hongos o bacterias.
- Embriones fusionados.
- Débiles o quebradas.
- Acuosas, apariencia traslucida.
- Albinas.

2.7.- Invernadero.

(Díaz, 2004) Sintetiza que un invernadero es una estructura con paredes y techo transparente, que permite la entrada de suficiente radiación solar, para que las plantas realicen activamente 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.

2.7.1.- Riegos.

(Spomer, 1985) menciona que 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 del estado del agua en las plantas puede ser descrito en varias formas distintas: contenido de humedad, potencial hídrico y movimiento del agua.

Cuando la planta absorbe un 99 % de agua la 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. 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 (Maldonado, 2010).

2.8.- Estudios afines.

Castellanos et. al. (2009), obtuvieron como resultado que el nivel de infestación de *T. recurvata* sobre *F. splendens* estuvo directamente correlacionado con el potencial reproductivo por unidad de área de cobertura del forofito ($r = 0.31$, $P = 0.014$); así mismo, hubo una correlación positiva y significativa entre el nivel de infestación y el número de flores muertas ($r = 0.33$, $P = 0.007$).

Valverde y Bernal (2010), evaluaron la asincronía existente de una población de *Tillandsia recurvata* de otra en poblaciones de *Prosopis glandulosa*, encontrando una correlación positiva en las poblaciones estudiadas teniendo asincronía demográfica, Esto sugiere fuertemente que la dinámica demográfica de las diferentes poblaciones locales es hasta cierto punto independiente, condición que permite un funcionamiento metapoblacional efectivo (Akçakaya, 2000).

Páez et. al. (2005), encontraron que *Tillandsia recurvata* 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*. En las áreas de las ramas donde se desarrolla *T. recurvata* se observaron algunas modificaciones anatómicas. A pesar de que las raíces de la epífita no penetran los tejidos del forofito, la epidermis se ve afectada.

Beltrán y Col., (2009), En relación a época del año, se encontraron diferencias significativas, registrándose el mayor contenido de proteína y total de nutrientes digestibles durante la primavera. Se concluye que la *Tillandsia recurvata* 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.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1.- Descripción del área de estudio.

Localización del área de estudio.

El estudio se llevara a cabo en una de las naves del invernadero de Alta Tecnología perteneciente al Departamento Forestal, que está dentro de la Universidad Autónoma Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, situada exactamente en la Longitud Norte $25^{\circ} 21'$ y Longitud Oeste $101^{\circ} 03'$, con una elevación de 1781 msnm.

Figura 3. Invernadero Forestal, (UAAAN).



Precipitación:

La precipitación media anual es de 214 mm y los meses donde se presentan las lluvias más intensas son en Julio, Agosto y Septiembre, con esto se tiene una humedad relativa durante el año del 64%.

Suelo:

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

Clima:

Es templado, con temperatura promedio anual de 17° C, Los inviernos son frescos siendo comunes las temperaturas inferiores a los 0°C y con probabilidad de nieve, en Febrero 4 de 2011 el termómetro marcó -14.4° C. Los veranos son cálidos con temperaturas que pueden superar los 38°C algunos días y presentándose tormentas y lluvias principalmente en las tardes, (Servicios Meteorológicos de Saltillo, 2013).

3.2.- Tratamientos.

Los tratamientos se describen a continuación:

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

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

3.3.- Descripción de las actividades realizadas.

3.3.1.- Materiales.

Los materiales utilizados durante la investigación se mencionan a continuación:

- 12 charolas de 60 cavidades cada una.
- Sustrato de Heno motita (*Tillandsia recurvata*) en sus diferentes proporciones.
- Peat moss.
- Perlita.
- Vermiculita.
- Osmocote.
- 240 semillas de *Pseudotsuga mensiezii*.
- Tambos para el lavado de charolas.
- Detergente para la limpieza de las charolas.
- Libreta.
- Marcadores.
- Fomix.
- Bolsas de papel.
- Formato para el llenado de datos.
- Regla graduada.
- Vernier.
- Termómetro.
- Bascula electrónica.
- Estufa de secado.
- Sistema de riego por aspersión.
- Camas para la colocación de charolas.

3.3.2.- Actividades realizadas.

Lavado de charolas:

Primero se escogieron las charolas más idóneas para poder trabajar y llevar a cabo de buena forma el experimento, posteriormente se lleno de agua el tambo y se le agrego 250 ml de hipoclorito de sodio y 200 gr de detergente diluidos en el tambo con agua, para eliminar cualquier elemento patógeno de las charolas.

Se sumergió cada una de las charolas en diferentes ocasiones para quitar todas las impurezas que estas puedan tener, a continuación la siguiente actividad fue limpiar cada una de las cavidades con un cepillo de cerdas de plástico y por último se lavaron con simple agua natural.

Mezcla:

La mezcla realizada con los diferentes sustratos se llevo a cabo dentro de la bodega del invernadero forestal, primero para empezar a realizar esta actividad se cribó el Peat moss y perlita hasta dejar grumos pequeños, posteriormente utilizando una pala se añadió el Peat moss, perlita y vermiculita mezclando estos materiales, hasta eliminar los materiales sólidos más grandes que contenían.

Después se llevó a cabo la mezcla base que contenía Peat Moss, Vermiculita, Perlita y 1.5 kg de osmocote para producir una nueva combinación de sustratos y probarlos de igual forma. La mezcla se realizo de igual forma dentro del invernadero y sobre un recipiente el cual impidió que tuviera contacto con el piso. La mezcla base es la que se utilizo como testigo para comparar a los tres tratamientos.

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. Se obtuvieron los siguientes tratamientos como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1.- Tratamientos con sus respectivas mezclas y proporciones.

Tratamiento	Sustrato	Proporción (Litros)	Proporción (%)
T1	<i>Tillandsia recurvata</i>	8 L	100%
T2	<i>Tillandsia recurvata</i> + Testigo	4L + 4L	50% - 50%
T3	<i>Tillandsia recurvata</i> + Testigo	2L + 6L	25% - 75%
Testigo	Testigo	8 L	100%

Llenado de charolas

El llenado de charolas se llevó a cabo el día 7 de Octubre de 2011 por la tarde, después de llenar las charolas con las diferentes mezclas y acomodar los tratamientos en las diferentes formas posibles se realizó la siembra de dos semillas por cavidad de *Pseudotsuga menziesii* esto para evaluar el porcentaje de germinación existente en los tratamientos.

El acomodo de las semillas se realizó de la siguiente manera: en cada una de las charolas se sembró en 20 cavidades del lado derecho y 20 cavidades del lado izquierdo, comprendiendo dos tratamientos diferentes con diferente repetición cada una, el sembrado se depositó a una profundidad de 2 a 2.5 cm utilizando un total de 240 semillas.

3.3.3.- Riegos

Durante la implantación de los tratamientos se calendarizo riegos cada tercer día, por las características que presenta la especie *Tillandsia recurvata* de retener humedad en mayor tiempo, también las condiciones del clima favorecieron a retener mas

humedad. Durante los riegos también se llevaron a cabo actividades de saneamiento y deshierbe de las charolas ya que cada 15 días las charolas ya contenían hierbas invasoras.

3.3.4.- Descripción de los Tratamientos

Los sustratos utilizados en los diferentes tratamientos se llevaron a cabo de la siguiente manera, el heno motita ya estaba en su estado de composta guardada en bolsas negras de plástico, solo fue necesario cribar los otros sustratos (Perlita, Vermiculita y Peat moss) esto con el fin de tener una mezcla fina de todos los elementos a utilizar.

Después de llevar a cabo esta actividad se dividieron los tratamientos en tres y un cuarto que sería el testigo en los cuales tendrían diferente proporción o porcentaje de la mezcla básica y *Tillandsia recurvata* como se menciona en apartados anteriores.

Se llevaron a cabo estas combinaciones agregándoles también osmocote que es un fertilizante de liberación controlada, se utilizaron contenedores del mismo tamaño y de igual número de cavidades para tener las mismas características en todos los tratamientos. Todos los contenedores fueron llevados al invernadero forestal con su respectiva etiqueta identificadora donde se anotaron los tratamientos, repeticiones y el porcentaje de sustratos de cada una.

3.3.5.- Diseño Experimental.

Para ser más práctico al momento de manejar los datos de campo se tomó la decisión de utilizar un diseño experimental Completamente al Azar con parcelas faltantes, se decidió realizarlo así por el hecho del tratamiento dos en la cual en la repetición número uno, no hubo germinación alguna y se llevó a cabo la prueba de Tukey es el más factible para este tipo de investigaciones.

La comparación de los resultados se hicieron de acuerdo a los diferentes tratamientos y de acuerdo a los resultados obtenidos, a continuación se presenta el diseño de los tratamientos con sus debidas repeticiones cada una.

Tabla 2.- Diseño y acomodo de los Tratamientos Experimentales de la investigación.

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

3.3.6.- Modelo estadístico utilizado (ANVA).

El modelo estadístico a emplear es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \sum_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = parámetro observado en las diferentes variables observadas

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ (número de tratamientos).

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ (número de repeticiones).

μ = es el efecto medio de la población.

τ_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento.

\sum_{ij} = es error del efecto de la j -ésima unidad experimental sujeta al i -ésimo tratamiento.

Posteriormente de evaluar con este modelo estadístico se llevo a cabo la prueba de Tukey para algunas variables evaluadas.

3.3.7.- Prueba de Tukey.

Este método está basado en el de intervalos. El procedimiento consiste en el uso de $q_{\alpha}(\alpha, f)$ para encontrar el valor crítico de todas las comparaciones por pares, sin importar cuántas medias estén en el grupo.

Por lo tanto, se declaran dos medias significativamente diferentes sí;

$$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > T_{\alpha}, \text{ donde } T_{\alpha} = q_{\alpha}(\alpha, f) S_{\bar{Y}_t}, \text{ con } S_{\bar{Y}_t} = \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

3.4.- Análisis de pureza.

Tiene como objeto determinar la composición porcentual en peso, de la muestra de análisis; esta se separa en tres componentes: semillas puras, otras semillas y materia inerte, para la separación de estas se puede utilizar, como medios auxiliares, cribas, sopladores, lupas, estereoscopio; en el caso de usar sopladores y cribas, las fracciones deben de volver a examinarse a mano (Besnier, 1989).

3.5.- Variables evaluadas

Para cada variable se midieron las siguientes características; germinación. Mortalidad, diámetro del cuello de la planta, altura de planta, masa radicular (longitud de raíz y peso húmedo), masa aérea (altura, diámetro y peso húmedo), número de raicillas blancas y peso seco (masa radicular y masa aérea). Las variables anteriores se fueron evaluando en periodos de tiempos marcados en la investigación para obtener resultados favorables y así poder interpretar los datos, a continuación se mencionan:

1.-) Porcentaje de germinación (%G).

Se llevaron a cabo siete evaluaciones a partir de la fecha de siembra, contando el número de plántulas emergidas por cada unidad experimental a partir de la primera plántula emergida.

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.

2.-) Porcentaje de mortalidad (%M).

Esta se puede calcular restando las plantas vivas emergidas de las muertas posteriormente y realizando el mismo procedimiento con el método de Camacho (1994).

3.-) Altura de la planta

La altura se midió en cm desde la base del tallo hasta la yema apical. Esta variable se midió con una regla graduada de 30 cm, con lo cual, se midió la altura de la plántula a los tres y seis meses de edad.

4.-) Diámetro del cuello del tallo (DB).

Se midió en la base del tallo en mm, para la medición de la variable se utilizó el Vernier digital, evaluando todas las plántulas de las unidades experimentales.

5.-) Masa Radicular (Longitud de raíz y peso húmedo)

Esta se determinó ya casi al final de la investigación cuando la plántula tenía 7 meses de edad, estas variables se contemplan como masa radicular, tomando como muestra base de 5 plántulas por unidad experimental o tratamiento, esta actividad se llevó a cabo dentro del laboratorio de tecnología de la madera utilizando el Vernier digital y balanza milimétrica.

6.-) Masa Aérea (Altura, diámetro y peso húmedo)

Se llevó a cabo cuando la planta tenía 7 meses de edad, estas variables se contemplan como masa aérea, tomando como muestra base de 5 plántulas por unidad experimental o tratamiento, esta evaluación contó con tres variables asociadas debido a que la masa aérea es una característica que contempla la altura, diámetro basal y peso húmedo de la planta, el peso húmedo nada más se contempló donde empiezan las ramificaciones de la raíz hacia la parte de arriba de la planta, tomando las medidas de las variables mencionadas.

7.-) Numero de raicillas blancas

Esta variable también se evaluó a los 7 meses de edad constituyendo parte también de la masa radicular, en esta se tomaron 5 muestras por tratamiento y se contaron el número total de raicillas blancas observadas en cada una de las raíces de las 5 plantas.

8.-) Peso seco (Masa radicular y masa aérea).

Esta variable como las anteriores se determinó a la edad de 7 meses tomando 5 muestras por tratamiento, después de secar las muestras en la estufa a una temperatura constante de 40 °C durante 4 días seguidos, se vuelven a pesar todas las muestras en la balanza digital para poder obtener el peso seco.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

Después de evaluar a todas las variables mencionadas en esta investigación, se presentan a continuación los resultados logrados al final de la presente investigación.

4.1.- Porcentaje de germinación (%)

Los datos obtenidos en la evaluación de la germinación muestran los siguientes resultados por tratamientos (cuadro 3), se puede notar que en dos de ellos se reflejan porcentajes similares de semillas germinadas, esto puede deberse a las proporciones y cantidad del sustrato empleado.

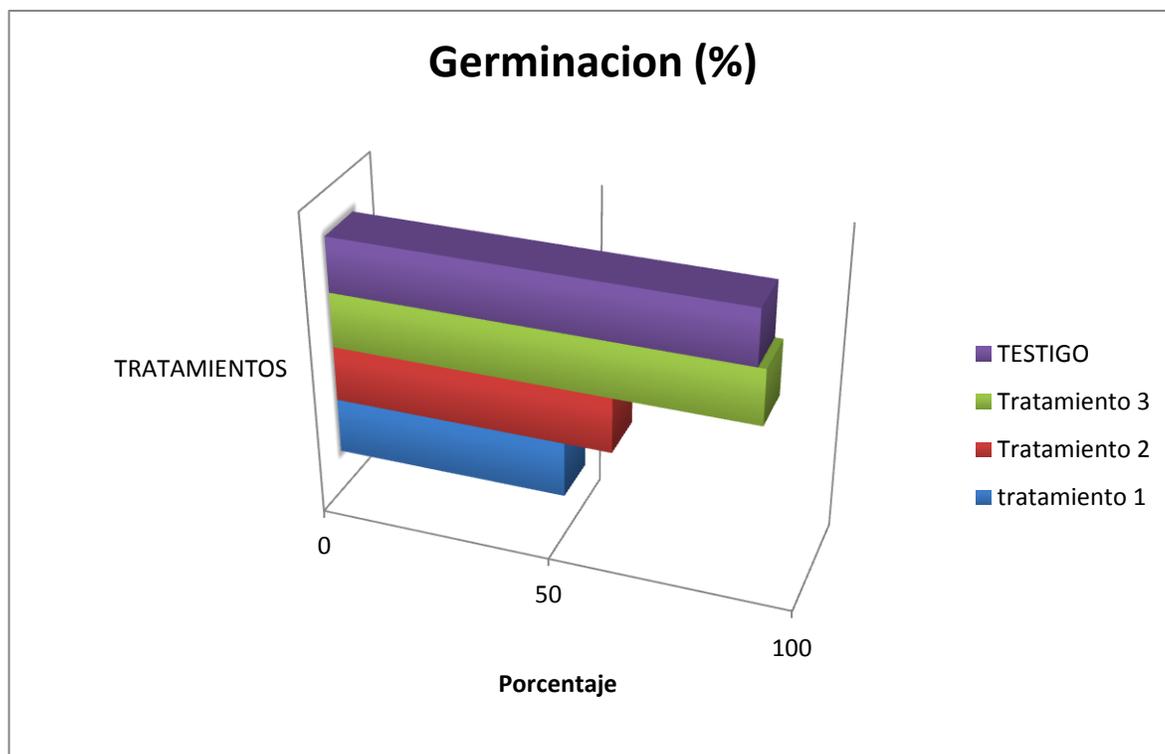
Tabla 3.- Porcentaje de germinación de *Pseudotsuga menziesii* con diferentes Tratamientos.

Tratamientos	Germinación (%)
<i>Tillandsia recurvata</i> (100 %)	50
<i>Tillandsia recurvata</i> + Testigo (50% + 50%)	60
<i>Tillandsia recurvata</i> + Testigo (25% + 75%)	90
Testigo (100%)	88.33

El mayor número de semillas germinadas se logró en el tratamiento tres arrojando un 90 % de germinación, en este tratamiento se utilizó un 25 % de *Tillandsia recurvata* y una proporción del 75 % del sustrato base en la cual están incluidos los productos comerciales de perlita, vermiculita y Peat moss, agregándole también una porción de

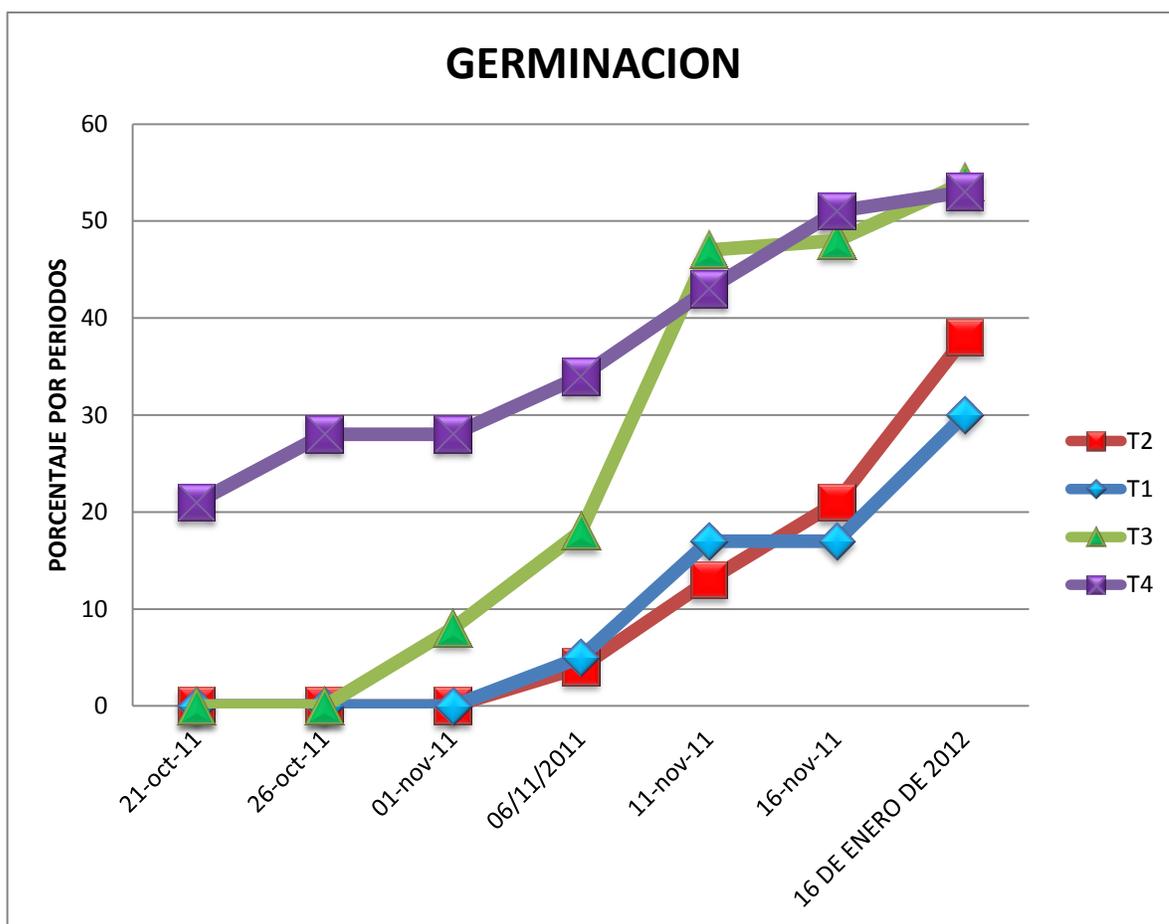
150 gramos de osmocote, dándole secuencia del mayor al menor el tratamiento cuatro (100 % de sustrato base) donde se obtuvo un 88.33 % de germinación, en este tratamiento solo se utilizaron los sustratos más convencionales del mercado al 100 % (Peat moss, Perlita, vermiculita), los tratamientos anteriores se pueden catalogar como productos que tienen buena respuesta a la germinación esto se puede resumir y explicar que cuentan con características nutricionales las cuales las semillas las adquieren, además de contar con un buen drenado del agua y manteniendo la porosidad idónea para alcanzar los resultados anteriores. En la grafica siguiente se puede observar las diferencias de los tratamientos utilizados y su comportamiento.

Figura 4.- Porcentaje de germinación de *Pseudotsuga menziesii* con diferentes Tratamientos.



Son muchas características que juegan un papel muy importante para la germinación de la plántula desde un buen riego hasta tener una buena proporción del sustrato necesario para que la semilla adquiera los elementos necesarios para emerger, en la siguiente grafica se ve el comportamiento de la germinación en siete fechas realizadas durante la investigación de campo.

Figura 5. No. De plantas Germinadas de *Pseudotsuga menziesii* por periodos de tiempo con los diferentes tratamientos.



Se puede observar que los tratamientos con un menor número de semillas germinadas, son los tratamientos 1 y 2 en los cuales arrojaron resultados bajos en cuanto a la germinación desde la primera medición y en las siguientes fechas existieron pequeños cambios pero se mantuvo con la misma línea de tendencia.

Los resultados arrojados en el análisis (ANVA), fueron los siguientes:

Tabla 4. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Germinación de *Pseudotsuga menziesii*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	135.52	45.17	1.6760^{NS}	4.35	8.45
Error	7	188.67	26.95			
Total	10	324.18				

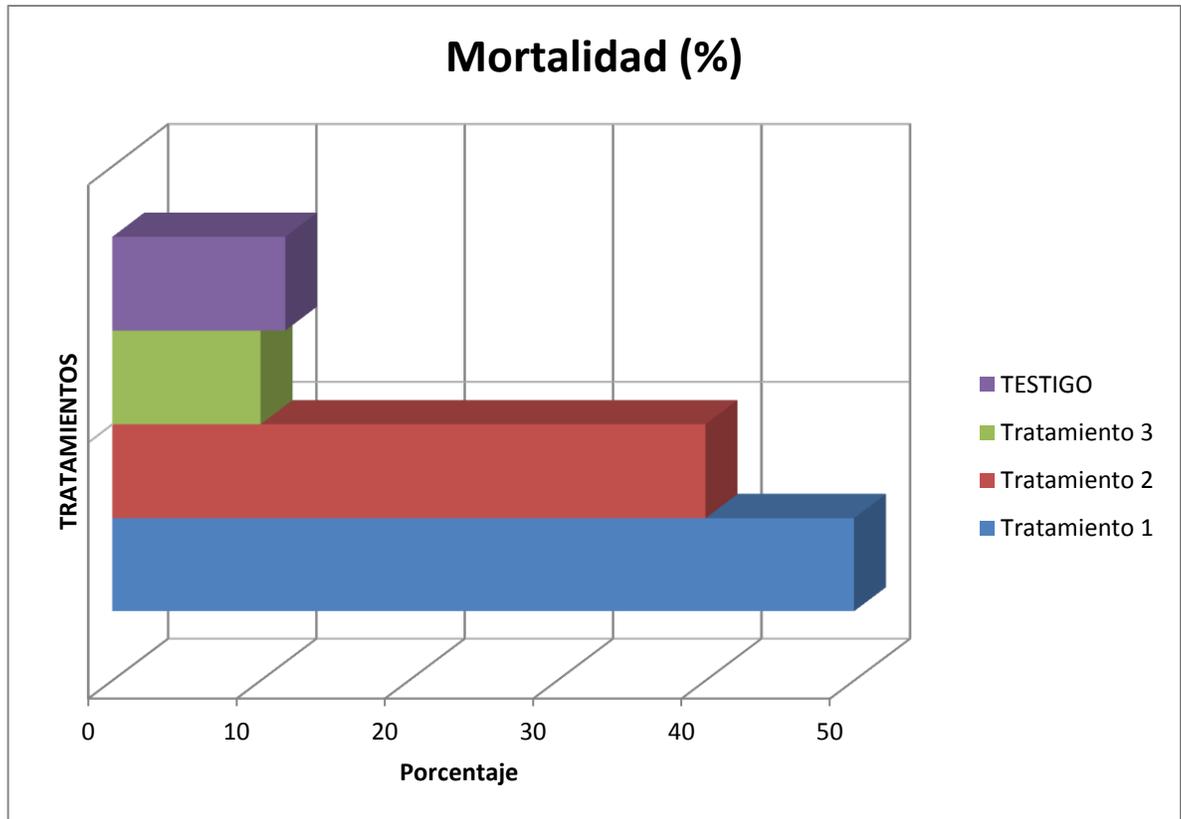
NS: No Significativo

Estos resultados indican que la germinación es no significativa entre los tratamientos evaluados.

4.2.- Porcentaje de mortalidad (%)

En los datos conseguidos en porcentaje de germinación hubo una gran diferencia entre los tratamientos evaluados, la germinación para esta especie se puede mencionar que tiene algunos percances en cuanto a los tiempos de emergencia de la semilla de *Pseudotsuga menziesii* retardando la germinación y teniendo como consecuencia un valor degradado comercial del sustrato y su calidad. En la figura 6, se aprecian los resultados de mortalidad y que están inversamente proporcionales a la germinación dada anteriormente.

Figura 6.- Porcentaje de mortalidad de *Pseudotsuga mensiezii* con diferentes tratamientos.



El porcentaje de mortandad más alto fue el Tratamiento uno (*Tillandsia recurvata* al 100 %) con un 50 % de mortalidad, los resultados obtenidos se puede deber a factores químicos de inhibición, utilizando a *Tillandsia recurvata* que retardan la germinación de las semillas de *Pseudotsuga mensiezii* o que se encuentra en un estado de dormancia por ello la emergencia de la plántula se retardo. En el siguiente cuadro se puede resumir los resultados alcanzados en la evaluación de mortalidad, como se muestra a continuación.

Tabla 5.- Porcentaje de mortalidad de *Pseudotsuga menziesii* con diferentes sustratos y diferentes proporciones.

Tratamientos	Mortalidad (%)
<i>Tillandsia recurvata</i> (100 %)	50
<i>Tillandsia recurvata</i> + Testigo (50% + 50%)	40
<i>Tillandsia recurvata</i> + Testigo (25% + 75%)	10
Testigo (100%)	11.67

4.3.- Altura de la planta.

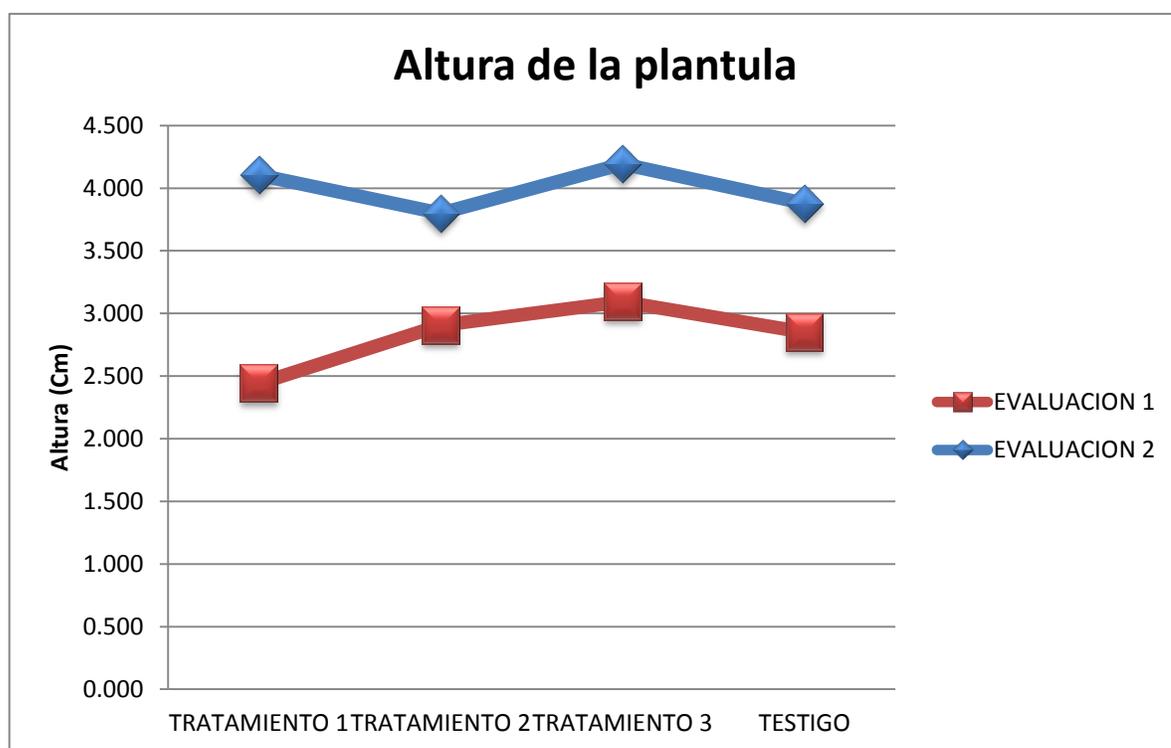
Se realizaron dos evaluaciones de la variable mencionada anteriormente esto con el fin de ver el comportamiento de la plántula al paso del tiempo y realizar el análisis correspondiente (ANVA), esta característica puede variar debido a las diferentes proporciones de sustratos utilizados en los tratamientos durante la investigación y al comportamiento de los sustratos en el desarrollo de la plántula.

La primera evaluación realizada a los tres meses de sembrar las semillas forestales se obtuvieron resultados parecidos a la germinación, el tratamiento tres sigue siendo el más factible y con mayor incremento estadístico en altura, no así en los otros tratamientos, también se hace referencia que el testigo tiene valores parecidos en cuanto a la altura.

En la segunda etapa de la evaluación llevada a cabo a los 6 meses después de la siembra se obtuvieron incrementos considerables en el desarrollo de la plántula en cuanto a la altura de estas, como se presenta a continuación en la grafica.

Para esta segunda evaluación se puede observar un buen desarrollo en la mayoría de los tratamientos, el tratamiento 1, dio un gran salto para incrementar su desarrollo y emparejarse con los otros tratamientos y así tener una mayor homogeneidad en los incrementos en altura en los tratamientos evaluados, en el caso del tratamiento 2, sigue sin tener mucha variabilidad en la altura de la plántula, aunque pasaron tres meses más la plántula sigue presentando casi las mismas características como se puede observar en la grafica de la primera y segunda evaluación.

Figura 7.- Desarrollo en Altura de *Pseudotsuga mensiezii* en la primera y segunda evaluación.



Llevando a cabo el análisis estadístico (ANVA), se obtuvieron los resultados siguientes que se muestran a continuación:

Tabla 6. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Altura de *Pseudotsuga menziesii*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0.2699	0.0899	1.2041^{NS}	4.35	8.45
Error	7	0.5230	0.0747			
Total	10	0.7929				

NS: No Significativo

Como se observa en la tabla anterior no hay significancia ni diferencias en los resultados obtenidos, en los diferentes tratamientos no afecta en lo absoluto el desarrollo de la plántula en la variable altura, *Tillandsia recurvata* no genera cambios o incrementos en desarrollo de altura de la especie de *Pseudotsuga menziesii*.

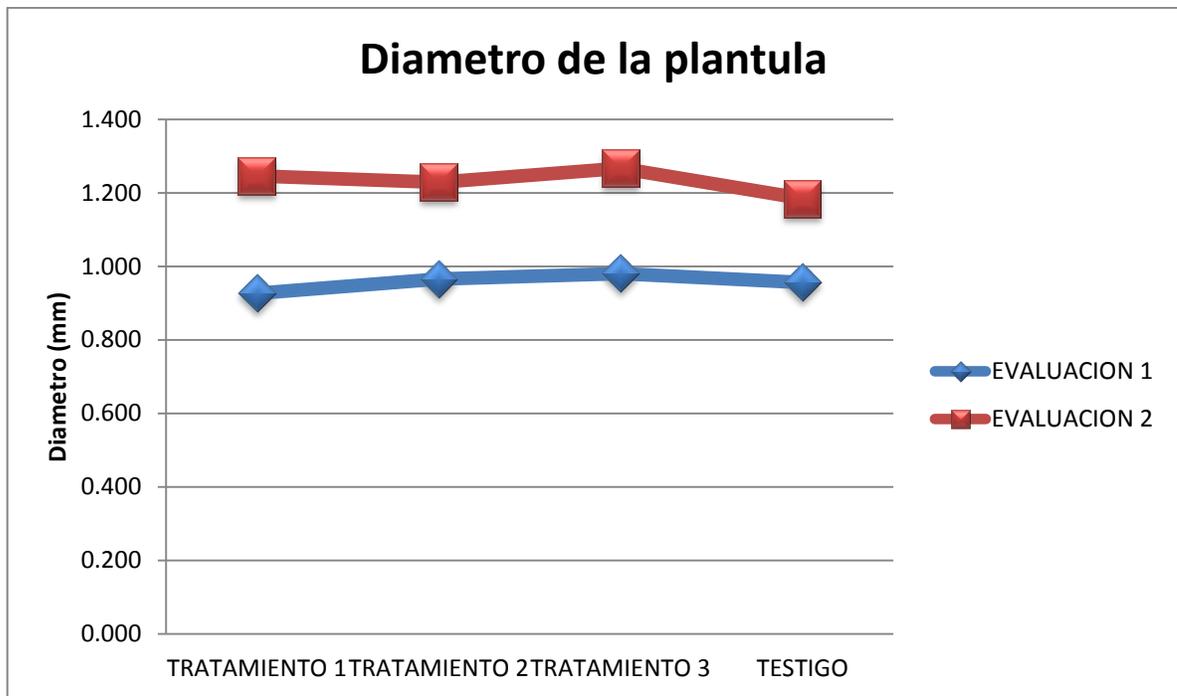
4.4.- Diámetro del cuello de la planta.

Para las variables altura y diámetro del cuello de la planta se llevaron a cabo dos evaluaciones previas esto con el fin de ver el comportamiento de la plántula a través del tiempo y llevar a cabo el análisis estadístico (ANVA).

A los tres meses de edad se realizó la primera evaluación, la mayoría de los tratamientos tienen una homogeneidad en las mediciones, se tienen incrementos en diámetro basal parecidos en los diferentes tratamientos, como se ve en la siguiente figura 8.

En la primera evaluación de un promedio de 1 mm aumento a la segunda a 1.3 mm en desarrollo del diámetro basal, el incremento fue razonable y tiene mucha similitud en las dos evaluaciones realizadas.

Figura 8.- Desarrollo en Diámetro basal de *Pseudotsuga menziesii* en la primera y segunda evaluación.



Como podemos observar en la grafica anterior en las evaluaciones del desarrollo del diámetro del cuello de la planta tienen semejanzas estadísticas e incrementos relativos en la variable evaluada, se sacaron los valores medios de las dos evaluaciones y se obtuvieron los datos siguientes:

Realizando los promedios de las dos evaluaciones se tienen promedios parecidos y de igual forma las plantas con un desarrollo no existen grandes diferencias en los tratamientos. Con los promedios anteriores se llevo a cabo el análisis estadístico (ANVA), donde se obtuvieron los resultados siguientes que se muestran a continuación:

Tabla 7. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Desarrollo del diámetro basal de *Pseudotsuga menziesii*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0.0109	0.0036	0.2192^{NS}	4.35	8.45
Error	7	0.1158	0.0165			
Total	10	0.1266				

NS: No Significativo

Como se puede ver en la tabla anterior no hay significancia alguna en los tratamientos utilizados en la investigación realizada, en el análisis estadístico (ANVA) realizado se puede mencionar que *Tillandsia recurvata* no afecta el desarrollo de la especie de *Pseudotsuga menziesii* en el diámetro del cuello de la planta y no existe relevancia alguna entre los tratamientos, ya que los promedios son homogéneos.

4.5.- Masa radicular.

En este apartado se evaluaron características específicas de la masa radicular, las cuales a presentan los siguientes resultados:

A).- Longitud de raíz.

Se tomaron las medidas correspondientes para evaluar y medir la longitud de raíz, para ver el comportamiento de los diferentes tratamientos y si tiene características idóneas para el desarrollo de la planta en un tiempo determinado, los siguientes datos presentados a continuación son el resultado de las últimas evaluaciones efectuadas en la investigación.

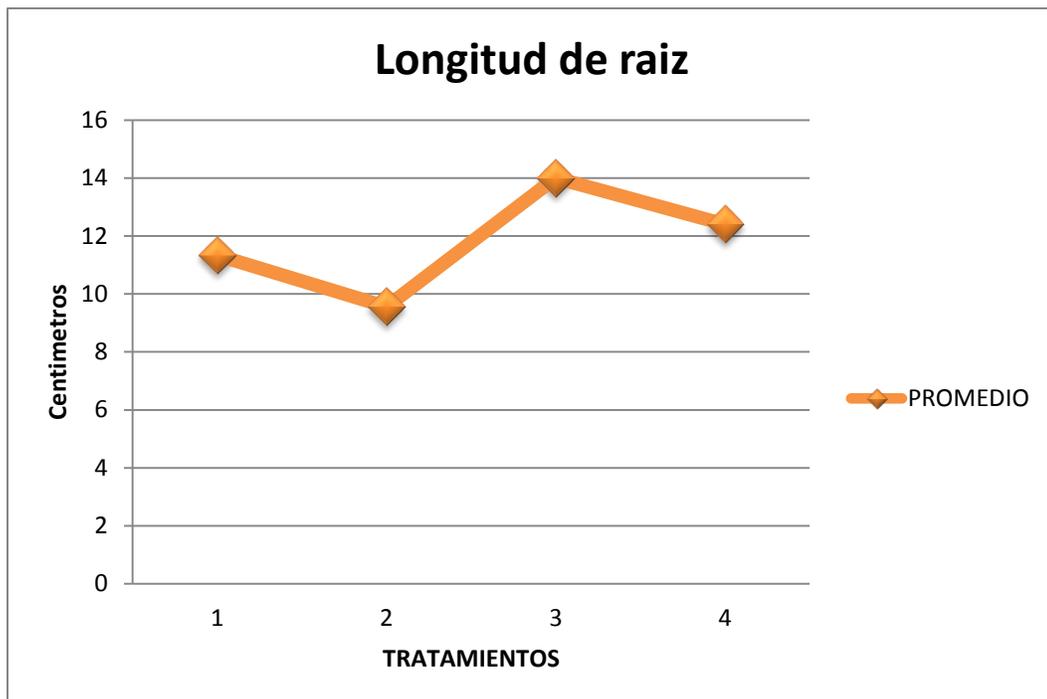
Tabla 8. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Masa radicular de la longitud de raíz de *Pseudotsuga menziesii*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	67.7291	22.5763	2.3304^{NS}	4.35	8.45
Error	8	77.5000	9.6875			
Total	11	145.2292				

NS: No Significativo

No existe significancia alguna en los tratamientos utilizados en la investigación realizada, en el análisis estadístico (ANVA) realizado se puede mencionar que *Tillandsia recurvata* no afecta la longitud de raíz en esta especie.

Figura 9.- Longitud de raíz de *Pseudotsuga mensiezii* en los diferentes tratamientos evaluados.



Se observan características distintivas en cada uno de los tratamientos ya que los sustratos se comportan de diferente forma, también dependen mucho de la retención de humedad para que las raíces crezcan mas para buscar más nutrimentos, la longitud de raíz va muy relacionada con el desarrollo en altura y su elongación paulatina que puede adquirir la planta ya que por medio de esta recibe todos los nutrientes necesarios para su desarrollo y crecimiento.

B).- Peso húmedo de raíz.

Con esta variable se pueden obtener muchos resultados favorables y tomar decisiones con los riegos que se le deben dar a las plantas de *Pseudotsuga menziesii* para saber si la humedad en la raíz es un factor importante en la elongación de la planta o es un factor limitante en su crecimiento y desarrollo. Se realizó el ANVA de los datos tomados para evaluar el peso húmedo de raíz.

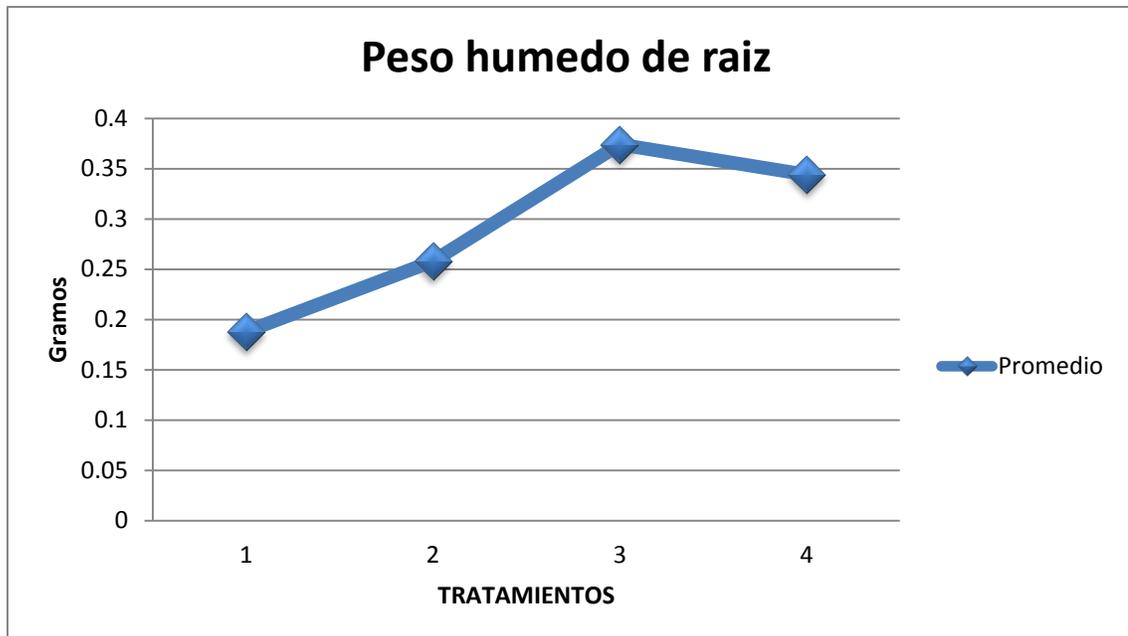
Tabla 9. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Masa radicular del peso húmedo de raíz de *Pseudotsuga menziesii*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0.0928	0.0309	1.9504^{NS}	4.35	8.45
Error	8	0.1270	0.0158			
Total	11	0.2199				

NS: No Significativo

Se observa que no existe significancia alguna en los tratamientos utilizados en la investigación realizada, en el análisis estadístico (ANVA) realizado se puede mencionar que *Tillandsia recurvata* no afecta en el peso húmedo de la especie.

Figura 10.- Peso húmedo de la masa radicular (Raíz) de *Pseudotsuga mensiezii* en los diferentes tratamientos evaluados.



Se tienen resultados muy heterogéneos en los diferentes tratamientos evaluados pero el tratamiento 3 y el testigo, contienen un mayor contenido de humedad, considerando también la longitud de raíz en los tratamientos con mayor desarrollo en altura y diámetro basal.

4.6.- Masa aérea.

A).- Altura de planta.

Esta es otra variable parecida a una de las evaluaciones anteriores pero esta se tomo a los 7 meses de edad y como parte de la altura de la masa aérea, como era de esperarse las plantas con mayor altura son las del tratamiento 3, y los demás tratamientos tiene homogeneidad en los resultados presentados a continuación se presentan los resultados:

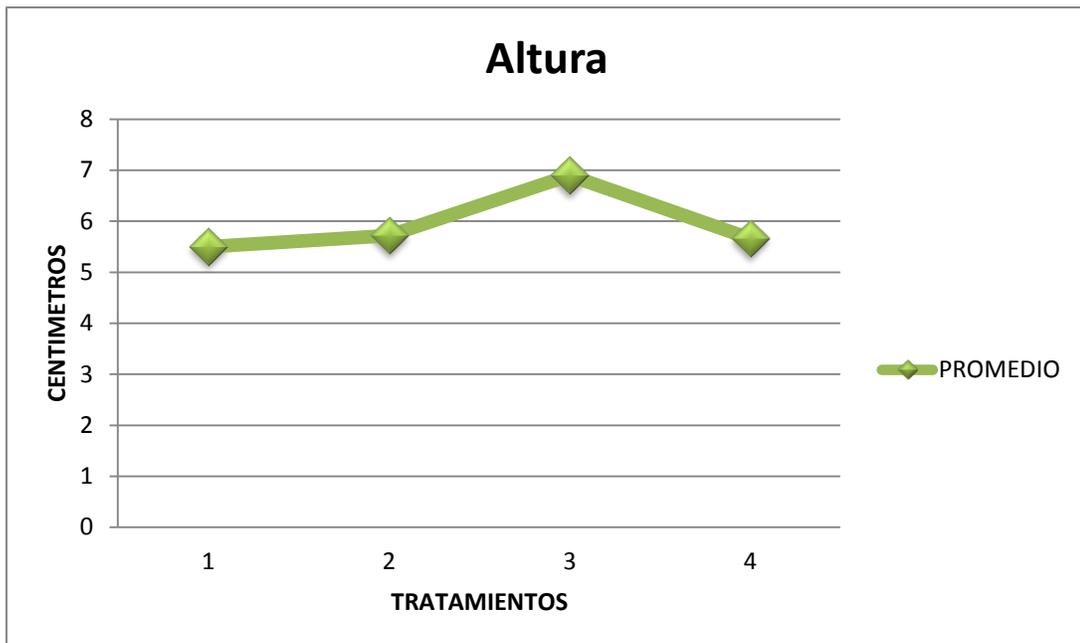
Tabla 10. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Masa aérea de la altura de *Pseudotsuga menziesii*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	4.0800	1.3600	1.2524^{NS}	4.35	8.45
Error	8	8.6867	1.0858			
Total	11	12.7666				

NS: No Significativo

Se observa que no existe significancia alguna en los tratamientos utilizados en la investigación realizada, en el análisis estadístico (ANVA) realizado se puede mencionar que *Tillandsia recurvata* no afecta en la altura de la especie.

Figura 11.- Altura de planta de la masa aérea de *Pseudotsuga menziesii* en los diferentes tratamientos evaluados.



B).- Diámetro de la masa aérea.

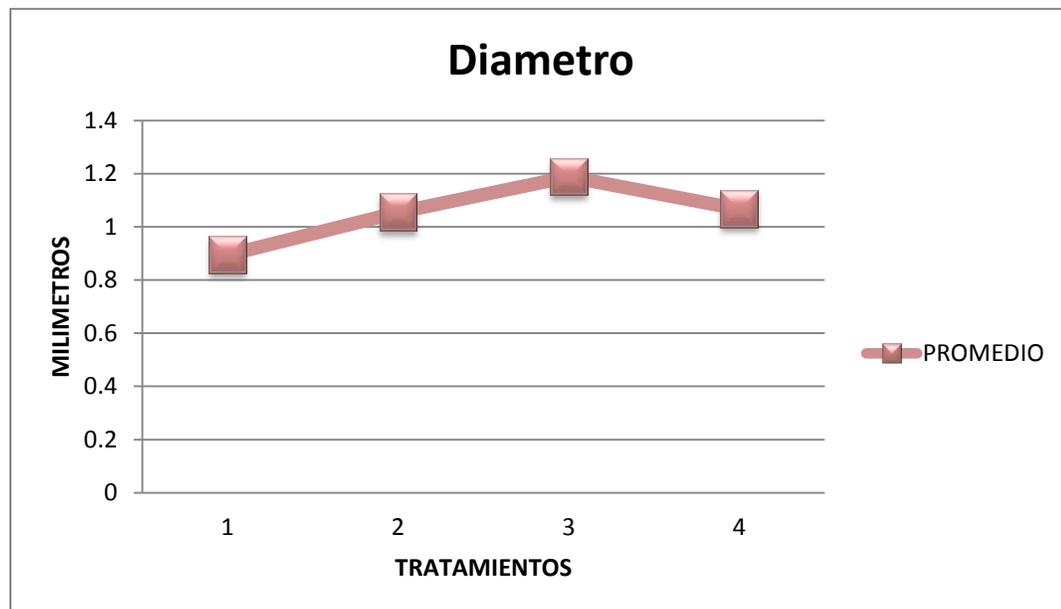
Tabla 11. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Masa aérea del diámetro de *Pseudotsuga menziesii*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0.1080	0.0360	3.8432^{NS}	4.35	8.45
Error	8	0.0750	0.0093			
Total	11	0.1830				

NS: No Significativo

Se observa que no existe significancia alguna en los tratamientos utilizados en la investigación realizada, en el análisis estadístico (ANVA) realizado se puede mencionar que *Tillandsia recurvata* no afecta el diámetro de la especie.

Figura 12.- Diámetro de planta de la masa aérea de *Pseudotsuga menziesii* en los diferentes tratamientos evaluados.



Esta evaluación se llevó a cabo cuando la planta tenía 7 meses de edad, el diámetro basal aumento, como podemos observar en la figura anterior la línea de tendencia aumento.

C).- Peso húmedo.

Para calcular esta variable se tomaron los datos de los diferentes tratamientos para adquirir el peso húmedo de la masa aérea y analizar los resultados obtenidos:

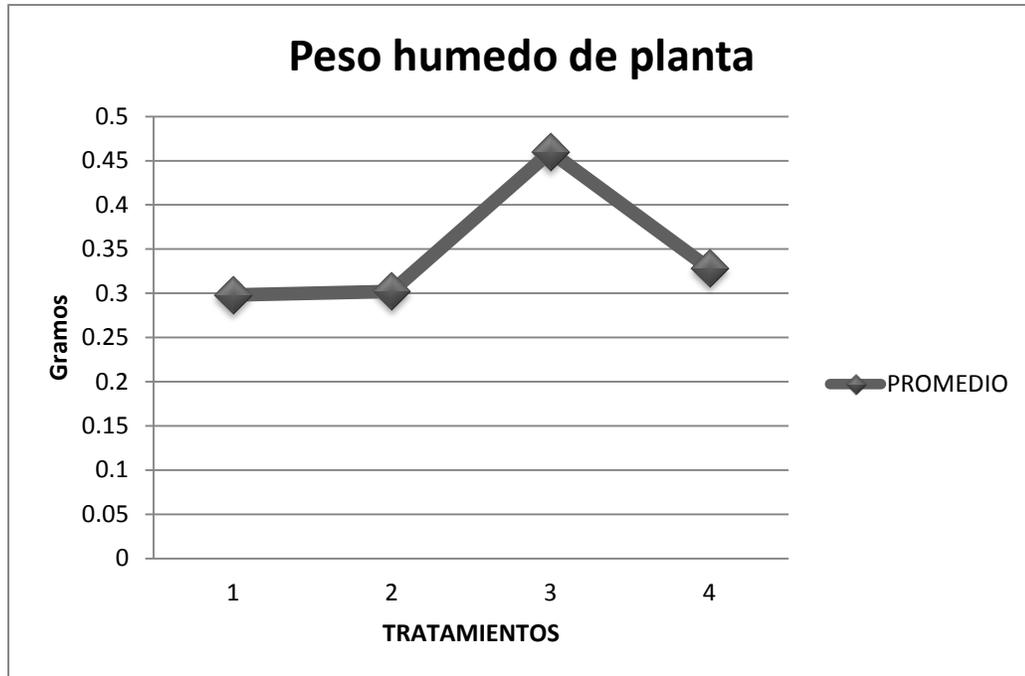
Tabla 12. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) de Masa aérea peso húmedo de *Pseudotsuga menziesii*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0.0482	0.0160	1.1254^{NS}	4.35	8.45
Error	8	0.1143	0.0142			
Total	11	0.1624				

NS: No Significativo

Se observa que no existe significancia alguna en los tratamientos utilizados en la investigación realizada, en el análisis estadístico (ANVA) realizado se puede mencionar que *Tillandsia recurvata* no afecta el peso húmedo de la especie.

Figura 13.- Peso húmedo de la masa aérea de *Pseudotsuga mensiezii* en los diferentes tratamientos evaluados.



Se puede traducir esta tabla de la siguiente manera el tratamiento 3, retiene mas humedad en el follaje aéreo en comparación a los demás tratamientos y es la más apta para resistir cambios constantes de escasas de agua y demuestra también que tiene una capacidad de retención de agua.

4.7.- Numero de raicillas blancas.

Esta fue una de las variables más fáciles de medir en cuanto al tiempo y la forma de evaluarla, se contabilizaron el número de raicillas blancas por cada uno de los tratamientos, teniendo como resultado lo siguiente:

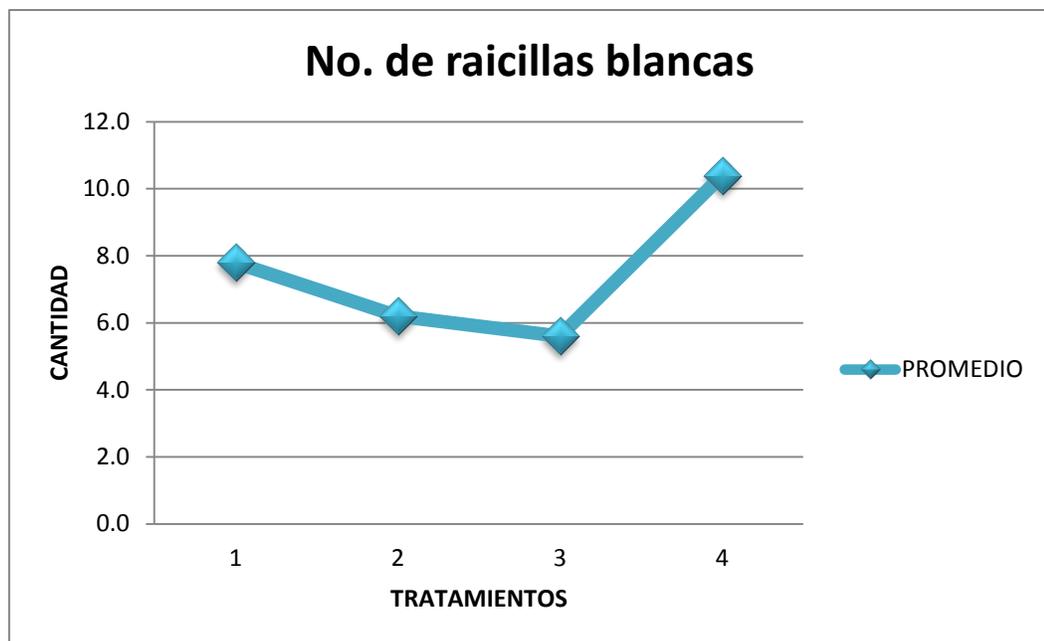
Tabla 13. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) del número de raicillas blancas de *Pseudotsuga menziesii*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	22.0000	7.3333	0.3013^{NS}	4.35	8.45
Error	8	194.6667	24.3333			
Total	11	216.6666				

NS: No Significativo

Se observa que no existe significancia alguna en los tratamientos utilizados en la investigación realizada, en el análisis estadístico (ANVA) realizado se puede mencionar que *Tillandsia recurvata* no afecta el número de raicillas húmedo de la especie.

Figura 14.- Número de raicillas blancas de *Pseudotsuga mensiezii* en los diferentes tratamientos evaluados.



Las raicillas blancas no influyen mucho en el desarrollo de la planta como se puede apreciar en la tabla que se muestra anteriormente, el tratamiento 3, tiene menor número de raicillas blancas y esto no tiene relevancia en su desarrollo de la planta, también se puede mencionar que no importa tener una cantidad mayor de raicillas blancas sino todo lo contrario aunque se tenga menor raicillas blancas pero si el sustrato es el adecuado o tiene una buena proporción de nutrientes la planta se desarrollara y crecerá con buena calidad.

4.8.- Peso seco (Masa radicular y aérea).

Después de evaluar el peso húmedo, posteriormente se metieron a la estufa de secado a una temperatura constante de 40 °c durante 4 días seguidos para después pesar la raíz que forma parte de la masa radicular y la masa aérea que es la otra parte de la planta y se tomaron los pesos correspondientes de las dos variables, que a continuación se presentan sus análisis de cada una de ellas.

Tabla 14. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) del peso seco de la masa radicular de *Pseudotsuga menziesii*

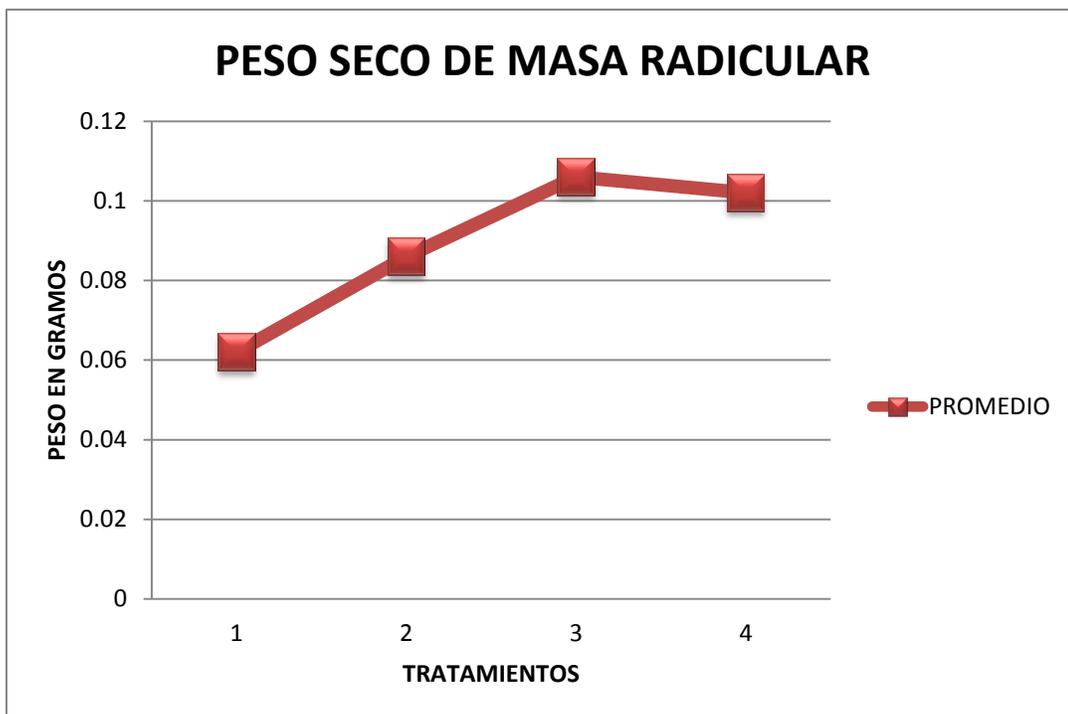
Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0.0031	0.0010	0.7833^{NS}	4.35	8.45
Error	8	0.0107	0.0013			
Total	11	0.0138				

NS: No Significativo

Se observa que no existe significancia alguna en los tratamientos utilizados en el estudio hecho, en el análisis estadístico (ANVA) realizado se puede mencionar que

Tillandsia recurvata no afecta el peso seco de la masa radicular de la especie estudiada.

Figura 15.- Peso seco de la Masa radicular de *Pseudotsuga mensiezii* en los diferentes tratamientos evaluados.



Se aprecia en la figura anterior que el peso de la masa radicular después de haberlas medido a la estufa se disminuyo a más de la mitad, el tratamiento que mantuvo mayor peso fue el tratamiento tres, seguido del testigo. Pero esto no indica que son los mejores y que tienen buenas características para el desarrollo de la planta, ya que en otras variables evaluadas paso lo mismo pero en cuanto a calidad y características de la plántula son las mismas.

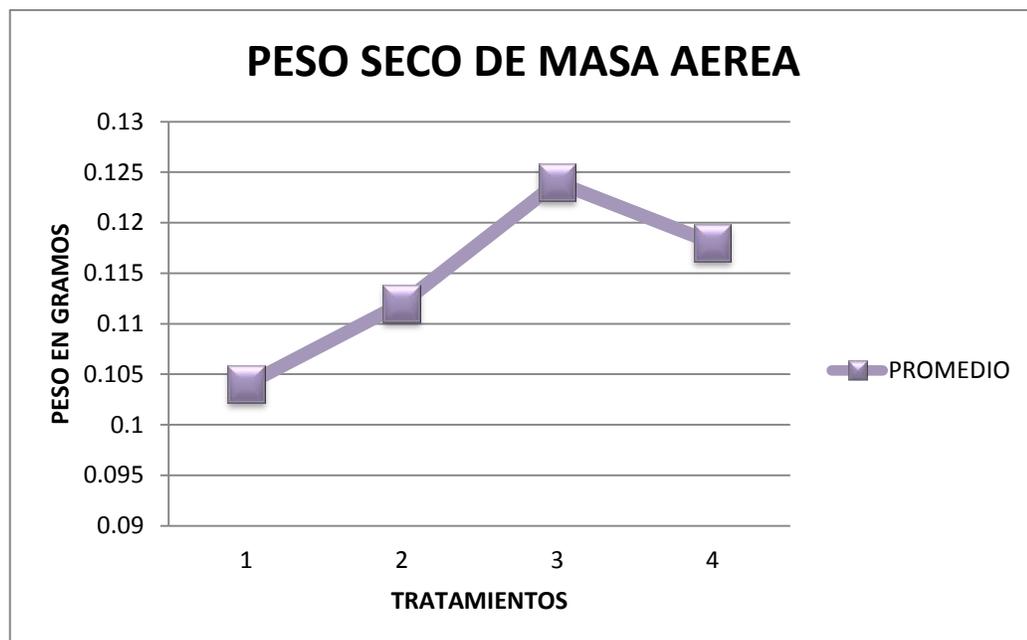
Tabla 15. ANVA con ($p \leq 0.01$ y 0.05) del peso seco de la masa aérea de *Pseudotsuga menziesii*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F Tablas	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0.0024	0.0008	0.4948^{NS}	4.35	8.45
Error	8	0.0131	0.0016			
Total	11	0.0154				

NS: No Significativo

Se puede ver que no hay significancia alguna en los tratamientos utilizados en el estudio hecho, en el análisis estadístico (ANVA) realizado se puede mencionar que *Tillandsia recurvata* no afecta el peso seco de la masa aérea de la especie estudiada.

Figura 16.- Peso seco de la Masa aérea de *Pseudotsuga mensiezii* en los diferentes tratamientos evaluados.



Se observan resultados parecidos tanto para masa radicular y masa aérea, esto se debe a la concordancia que se tiene en la medición del peso húmedo en estas mismas variables, la cantidad perdida de humedad es básicamente la mitad o menos de la que se tenía en el peso húmedo de uno de los tratamientos, si hacemos comparaciones específicas, los tratamientos tienen diferencias heterogéneas debido que el comportamiento de los sustratos son diferentes en los diferentes tratamientos empleados y debido a esto la planta adquirió mas humedad y en otras no sucedió así.

V CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en cada una de las variables evaluadas se puede llegar a la conclusión siguiente:

- * En cuanto a la germinación de *Pseudotsuga menziesii* utilizando al Heno de mota en el análisis estadístico (ANVA), se obtuvieron cálculos no favorables en los cuales F calculada es menor que F de tablas lo cual indica que en el experimento llevado a cabo la germinación es No Significativo (NS) y se acepta la Ho, aunque en los datos recabados de campo se tiene una buena germinación en el tratamiento 3, donde se le puede dar énfasis a estudios posteriores.
- * Se podría mencionar que *Tillandsia recurvata* contiene sustancias inhibidoras para la germinación, esto se refleja en los diferentes tratamientos evaluados en los cuales se obtuvieron niveles bajos de germinación.
- * El tratamiento 1, obtuvo una baja germinación y la mayor mortalidad por lo que se utilizó al 100 % a *Tillandsia recurvata*, esto dice que el heno motita solo funciona cuando es mezclado con otros sustratos convencionales.
- * En los análisis estadísticos de las variables (altura y diámetro), donde se estaba evaluando el desarrollo de la planta de *Pseudotsuga menziesii*, el resultado obtenido fue No Significativo, sin embargo las plantas del tratamiento 3 y 4, tuvieron incrementos favorables en estas dos variables mencionadas.

- * También se concluye que *Tillandsia recurvata*, no es buena fuente de germinación como sustrato alternativo ya que retarda la germinación por lapsos largos de tiempo.

- * Se puede mencionar que *Tillandsia recurvata* tiene un pH ligeramente alcalino y el Peat moss es ácido por lo que se deben realizar combinaciones idóneas y obtener un pH balanceado para ver en futuras investigaciones cual es la reacción de la germinación con este pH.

VII Recomendaciones

Con las conclusiones anteriores mencionadas se pueden dar las siguientes recomendaciones generales para futuros estudios o trabajos de investigación:

- * Realizar análisis químicos de laboratorio a *Tillandsia recurvata* para detectar las sustancias inhibidoras que retardan la germinación en las semillas forestales de *Pseudotsuga menziesii* y de otras especies forestales de importancia.
- * Lavar con agua y darle algún tratamiento químico a *Tillandsia recurvata* para erradicar todas esas sustancias que puedan afectar a la germinación y desarrollo de la planta.
- * Probar este sustrato con diferentes semillas de especies forestales de zonas templadas y también con especies de clima tropical, y de zona árida, para evaluar el comportamiento en germinación y desarrollo y verificar que especie se adapta y tiene mayores condiciones de sobrevivencia con este sustrato alternativo.

VII LITERATURA CITADA.

- Abad B. M. (1993). Sustratos, inventarios y características. Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA. Almeria, España. pp, 65-79.
- Andersen, M. A. and Charles, M.L. (1980). Semillas. 7ª edición. USDA. Pp. 804-811.
- Association Official Seed Analysts. (1992). Seedling evaluation handbook. Published by Association. p. 100.
- Ballester, J. F. 1992. Sustratos para el Cultivo de plantas Ornamentales. Hojas Divulgativas No. 11/92 pp. 2, 24,32 Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación, Madrid, España.
- Beltrán, L., S.; Gámez, V., H. G.; Banuelas, V., R.; Rincón, 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.
- Benzing, D., H. and J. Seemann. 1978, Nutritional piracy and host decline: a new perspective on the epiphyte relationship. Selbyana, pp. 2.
- Besnier, R., F. 1989, Semillas Biología y Tecnología. Ediciones Munid-Prensa. Madrid, España. 637 p.
- Camacho, M.F. (1994). Semillas Forestales. Publicación especial. INIFAP. 137 p.
- Castellanos, V. I., Cano, S. Z., Hernández, L. B., (2009). Efecto de *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae) sobre el éxito reproductivo de *Fouquieria splendens* Engelm. (Fouquieriaceae). Revista Ciencias Forestales Mexicana. vol.34, n.105, pp. 197-207. ISSN 1405-3586.
- Copeland, L. O. and M.B. McDonald (1985). Principles of seed science and technology Second edition, McMillan Publishing Company. USA. 321 p.

- Coria A., V. M.; Vázquez C. I. (2008). Estudio de evaluación de efectividad biológica de productos para el control de muérdago enano y muérdago verdadero. Inifap, Uruapan, Michoacán. 26 p.
- Conzatti, C. (1968). Flora taxonómica mexicana (plantas vasculares). Tomo II Monocotiledóneas Diferenciadas-Superovarias e inferovarias. México, D.F. pp., 83-85.
- Cuisance, P. (1988). La Multiplicación de las Plantas y el Vivero. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 165 p.
- Claver, F., K., J., R., Alaniz., and D., O., Caldiz.: 1983, *Tillandsia spp.*: Epiphytic weeds of trees and bushes. Forest Ecology and Management, pp. 6.
- 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*: Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. M.L. Duryea. (ed.). Forest Research Laboratory. Oregon. USA. Pp. 1- 4.
- Fahn, A. (1978). Anatomía vegetal. Editorial Omega. Segunda Edición. Barcelona. Pp. 240, 482, 533.
- Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental (2007). Oaxaca, Impreso en México 25-31 p.
- Hartman, H. T. y D.E. Kester (1999). Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. 7ª Reimpresión. Editorial CECSA. 733 p.
- ISTA (1979). Handbook for seedling Evaluation. Zurich, Switzerland. 129 p.

- Landis, T.D., R.W. Tinus, S.E. McDonald, and J.P. Barnett. 1990. Containers and Growing Media. Vol. 2. The Container Tree Nursery Manual. USDA, Forest Service. Washington, D.C. 88 p.
- López, H. O. (2007). Desarrollo histórico de las aéreas naturales protegidas en México. Monografía. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 54 p.
- Madison, M., 1977. Vascular epiphytes, their systematic occurrence and salient features. *Selbyana*. 2: 1- 13 p.
- 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.
- Martínez, M. (1979). Flora del Estado de México. Ed. Gobierno. Toluca, México.
- Mirov N. T. (1967). The genus *Pinus*. Ed. The Ronald Press Company. N. Y., USA.
- Moreno, M. E. (1976). Manual para el análisis de semillas. Pronase. SAG. 197 p.
- Morandini, R., 1962. "Aparatos y procedimientos para la manipulación de las semillas forestales I". Producción, Recolección y Extracción de Semillas. *Unasyuva* 15(4).
- Páez G. E., Aguilar R. S., Terrazas T., Huidobro S. E. y Aguirre L. (2005). Cambios anatómicos en la corteza de *Parkinsonia praecox* (Ruiz et Pavón) Hawkins causados por la epífita *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae). Boletín de la Sociedad Botánica de México. No. 077, México. D.F. pp. 59-64.
- Pastor, S., J. N. (2000). Utilización de sustratos en viveros. Use of Growing Mediums in the Nursery Production. *Terra*. V.17 (3).1999. 232 Pp.
- Quick, R. C. (1984). Semillas. 9ª Edición. USDA. Pp. 181-190.
- Rudolf, P. O. (1984). Semillas. 9ª Edición. USDA. Pp. 407-417.

- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski. (1979). Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª Edición, 1ª Reimpresión, 2001, Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. D.F.
- Rzedowski, J. E. (1978). Vegetación de México. Ed. Limusa. México.
- Sánchez S., O. (1969). Flora del Valle de México. Editorial Limusa. México, D.F. pp., 34-37.
- Sánchez M. G. y Zárate L. A (2005). Diagnóstico fitosanitario de los recursos forestales en Coahuila. Informe Técnico. CONAFOR/COAH.
- 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.
- SEMARNAT-CONAFOR. (2009). Manual de Sanidad Forestal. pp., 26-28. En línea.
- Servicios Meteorológicos de Saltillo, (2013). CONAGUA. <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/normales/estacion/coah/NORMAL05048.TXT>
- Spomer, L. A. (1985). Techniques for measuring plant water. Hort Science 20(6): 1021-1028.
- Schimper, A. F. W. (1933). Plant geography upon a physiological basis. Clarendon Press. Oxford. 839 p.
- Valverde, Teresa; Bernal, Roció. (2010). ¿Hay asincronía demográfica entre poblaciones locales de *Tillandsia recurvata*? evidencias de su funcionamiento metapoblacional. Boletín de la Sociedad Botánica de México. No. 86. México. pp. 23-36.
- Vázquez, R. D. H. (2010). Utilización del Heno de Mota *Tillandsia recurvata* L., como Sustrato para la Germinación de Semillas de *Pinus cembroides* Zucc. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp. 40-49.

- Vera, L. C., T. F. Swofford y R. P. Moore. (1984). Semillas. 9ª Edición. USDA. Pp. 771-786.
- Toral I., M. 1997. Documentos Técnicos 1. Conceptos de calidad de planta en viveros forestales. Programa de Desarrollo Forestal Integral de Jalisco. Jalisco, México. Pp. 28.
- Turnbull, J.W., 1975. "Forest tree seed testing". En Report on FAO/DANIDA, Training Course on Forest Seed Collection and Handling, Vol. 2, FAO, Roma.
- Warham, E. J. y T. Beardmore. (2000). Almacenamiento y manejo de germoplasma. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. SEMARNAP. México. 100 p.