

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Condición de Salud de las Plantas en el Invernadero Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila.

Por:

YENIFER ESCOBAR GONZÁLEZ

TESIS

Presentado como requisito para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Condición de Salud de las Plantas en el Invernadero Forestal de la Universidad
Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila

Por:


YENIFER ESCOBAR GONZÁLEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:

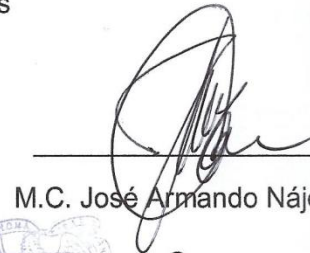

M.C. Jorge David Flores Flores

Asesor Principal



Ing. Sergio Braham Sabag

Coasesor

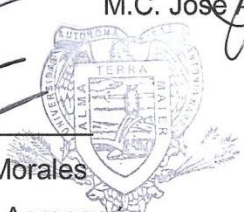


M.C. José Armando Nájera Castro

Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2017

Dedicatoria

A DIOS:

Por darme la vida y la oportunidad de alcanzar un logro más en esta etapa de mi vida.

A MIS PADRES:

Juan José Escobar Guzmán y Silvia González Soto, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hoy pude ver alcanzar una más de mis metas. Siempre me apoyaron en los momentos más difíciles de mi carrera, y sus palabras manifestándome el orgullo que yo era para ustedes, fue lo que me impulso para llegar hasta el final. Este trabajo es para ustedes, por lo que valen, por su fortaleza y por lo que han hecho de mí, con mucho orgullo les puedo decir que es un honor y privilegio tenerlos como padres.

A MI PEQUEÑO ANGEL:

Aunque aún no nos conozcamos, tú eres mi inspiración y mi fuerza para ser mejor persona todos los días.

A MIS ABUELOS:

Primitivo González Moreno y María Soto Martínez por su apoyo, por creer en mí y por ser las personas que después de mis padres más se preocupaban por mí.

A MI HERMANA:

Selene Escobar González, por ser una de las personas que me han apoyado, pero también criticado lo cual me impulso a salir adelante y a confiar más en mis capacidades como mujer y ser humano.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la oportunidad de formarme como profesionalista.

Al departamento forestal, maestros y personal en general que labora en el departamento ya que cada uno de ellos fue parte importante para mi superación y formación académica.

Al M.C. Jorge David Flores Flores, por verme asesorado, apoyado y brindarme el tiempo necesario en este trabajo de investigación.

Al Ing. Sergio Braham Sabag, por su valiosa colaboración con mi tema de investigación.

Al M.C. M.C José Armando Nájera Castro, por apoyarme en el análisis de datos, por la revisión y la contribución en este trabajo.

A mis amigos, José Trinidad García Velazco y Luis Enrique Solano González por su apoyo incondicional, por escucharme y por su valioso tiempo que dedicaron para mí.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Importancia del estudio	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Que son los invernaderos	4
2.2 Tipos de invernaderos.....	5
2.3 Estructura de un invernadero	7
2.4 Plan de actividades para obtener una buena condición de salud de planta...	9
2.5 Sistema computarizado del ambiente de un invernadero	12
2.6 Problemas en general de los invernaderos	13
2.7 Salud de planta forestal	14
2.8 Problemas de sanidad	15
2.9 Métodos de control de plagas y enfermedades en invernaderos forestales	18
2.10 Trabajos específicos de detección de plagas y enfermedades de invernadero	20
2.11 Evaluación de daños en invernadero	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Descripción del área de estudio.....	23
A) Ubicación	23
B) Equipamiento y manejo del vivero e invernadero.....	24
C) Principales usos del vivero e invernadero	25
3.2 Procedimiento del estudio.....	26
3.2.1 Selección del sistema de muestreo y tamaño de muestra	26
3.2.2 Ubicación de las platabandas	27
3.2.3 Variables observadas	28
3.2.4 Análisis de resultados	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Plantas con condición de salud muy sana	31
4.2 Plantas con condición de salud sana	33

4.3 Plantas con condición de salud regular.....	35
4.4 Plantas con condición de salud mala	37
4.5 Plantas en condición muerta.....	39
4.6 Condición del tallo de las especies del invernadero.....	41
4.7 Estructura del follaje de las especies del invernadero	43
4.8 Factores de deterioro relacionados con el mal estado de salud de las	44
plantas en el invernadero.....	44
4.9 Plagas y enfermedades presentes en el invernadero	47
V. CONCLUSIONES	52
VI. LITERATURA CITADA.....	54
VII. APÉNDICE.....	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Partes que componen la estructura de un Invernadero (CONIAF, 2014).....	9
Ilustración 2. Localización del área de estudio.	23
Ilustración 3. Croquis del invernadero forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.	25
Ilustración 4. Sistema de muestreo "Líneas de Intersección".	26
Ilustración 5. Posición de platabandas dentro del invernadero con sus respectivas especies.....	28
Ilustración 6. <i>Fusarium sp.</i>	47
Ilustración 7. Planta afectada por <i>Fusarium sp.</i>	47
Ilustración 8. <i>Contarinia sp.</i> (<i>Díptera-Cecydomidae</i>).	48
Ilustración 9. Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>).	48
Ilustración 10. Cúscuta (<i>Convolvulaceae</i>).....	49
Ilustración 11. <i>Lophodermium pinastri</i>	50
Ilustración 12. Hormiga arriera <i>Atta spp.</i>	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tamaño de muestra evaluada por especie	27
Cuadro 2. Metodología de la escala Likert modificada para este estudio.	29
Cuadro 3. Prueba de Duncan para la condición de salud muy sana.....	31
Cuadro 4. Prueba de Duncan para la condición sana.....	33
Cuadro 5. Prueba de Duncan para la condición regular	35
Cuadro 6. Prueba de Duncan para la condición mala.....	37
Cuadro 7. Prueba de Duncan para la condición muerta	40
Cuadro 8. Condición del tallo de las especies evaluadas en el invernadero forestal de la UAAAN expresada en porcentaje.....	42
Cuadro 9. Estructura del follaje de las especies evaluadas en el invernadero forestal de la UAAAN expresada en porcentaje.....	43
Cuadro 10. Nivel de daño provocado por los factores de deterioro (plagas y enfermedades) en las plantas del invernadero forestal.....	45

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de las diferentes especies con planta en condición muy sana	32
Gráfica 2. Porcentaje de las diferentes especies con planta en condición sana .	34
Gráfica 3. Porcentaje de las diferentes especies con planta en condición regular	36
Gráfica 4. Porcentaje de las diferentes especies con planta en condición mala	38
Gráfica 5. Porcentaje de las diferentes especies con planta en condición muerta	40

RESUMEN

El éxito o fracaso de las plantaciones forestales depende en gran medida de la calidad de planta utilizada. Es decir de la condición de salud con que salga la planta del vivero o invernadero. Una planta de calidad es aquella que es capaz de sobrevivir en el terreno con altas tasas de supervivencia y crecimiento inicial. El objetivo del presente estudio fue determinar la condición de salud que tienen las plantas existentes en el invernadero forestal de la UAAAN. Para tal efecto se utilizó un sistema de muestreo con transectos en Zing-Zag (Mostacedo, 2000) sobre las platabandas existentes en el invernadero aplicando un tamaño de muestra del 20%. Las plantas que se observaban fueron las que tocaba el transecto o las muy cercanas al mismo hasta completar el 20% de la muestra. La principal variable observada fue la condición de salud de las planta para lo cual se utilizó metodología de la escala Likert que va desde muy sano, sano, regular, malo, y muerto otorgándoles un valor numérico a cada clase. Los resultados obtenidos revelan que *Yucca spp.*, *Thuja* y *Pinus halepensis* son las especies con mejor condición de salud y las especies que obtuvieron mayor porcentaje de plántula en muy mala condición fueron *Pinus greggi* y *Pinus cembroides*. Entre los factores de mayor importancia que más afectaron la calidad de planta en el invernadero forestal de la UAAAN fueron daños en la yema apical, mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), Damping-off y manchas en las acículas.

Palabras claves: calidad, condición, salud, invernadero, transectos.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del estudio

El éxito o fracaso de las plantaciones forestales depende en gran medida de la calidad de planta utilizada. Es decir de la condición de salud con que salga la planta del vivero o invernadero. Una planta de calidad es aquella que es capaz de sobrevivir en el terreno con altas tasas de supervivencia y crecimiento inicial (Orozco y colaboradores, 2010).

Algunos estudios han mostrado que la ventaja inicial en el tamaño de la planta permanece en el tiempo si esto es protegido debidamente de cualquier agente biótico o abiótico (Funk *et al*, 1974).

En este sentido Sáenz y colaboradores (2010), señalan que el diámetro del tallo de la planta es un indicador que permite predecir en gran medida la supervivencia de la planta en campo, especialmente cuando se incluye una estimación de la biomasa de la raíz, aparentemente el diámetro también es un buen indicador del comportamiento de la altura.

Las prácticas de manejo en vivero o invernadero se reflejan en la calidad de la planta producida, la cual debe tener una serie de atributos morfológicos y fisiológicos y de sanidad que le den la capacidad de adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación

En el invernadero, la sombra, el agua adecuada, las correcciones con fertilizantes y las normas estrictas de calidad no significan que se esté mimando a las plantas. Por el contrario, cuando se les dan la luz, el agua, los nutrientes apropiados, y el manejo fitosanitario adecuado, resultarán plantas saludables. Estarán mejor preparadas para crecer y sobrevivir en duras condiciones (Prieto y Alarcón, 1998).

Varias investigaciones demuestran que la capacidad de las plantas de resistir o tolerar el ataque de plagas y enfermedades está ligada a las propiedades físicas, químicas y particularmente biológicas del suelo (Altieri y Nicholls, 2003).

Particularmente CONAFOR exige las siguientes condiciones de salud para considerar una planta de calidad: en coníferas no cespitosas el diámetro del tallo mínimo debe ser de 4 mm, con una altura de 15 a 25 cm. En cuanto a coníferas cespitosas el diámetro mínimo del tallo con el que debe contar la planta es de 6mm y en plantas latifoliadas como mínimo deberá tener 4 mm de diámetro, y una altura de 20 a 35 cm. La raíz de los diferentes tipos de planta deben poseer un eje central y raíces laterales bien distribuidas sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba, sin malformaciones o nudos y abundantes puntos de crecimiento, abarcando el 70 u 80% del cepellón. Las micorrizas con una cobertura en cepellón mínima del 40. El color del follaje debe ser propio de la especie, la planta debe estar completa sin daños físicos o mecánicos, con una sanidad sin alteraciones morfo fisiológicas y libres de plagas y enfermedades (CONAFOR, 2010).

1.2 Planteamiento del problema

Desafortunadamente y a pesar de los grandes esfuerzos que pone el gobierno federal, estatal y municipal o productores particulares para generar plantas de alta calidad en los invernaderos y viveros forestales, la realidad es que se siguen presentando una gran variedad de problemas de origen biótico y abiótico, así como los relacionados al mal manejo de plantas producidas bajo condiciones de protección, como la falta de riegos, la mala fertilización y la falta de diagnósticos preventivos para detectar y controlarlas oportunamente la presencia de plagas y enfermedades. Generalmente, las pérdidas que se pueden sufrir en invernadero o vivero son de 100% en semilleros y entre el 15 y el 20% en contenedor (Soldevilla, 1995).

Objetivos

Objetivo general

Conocer el estado de salud de las plantas producidas en el invernadero forestal de la UAAAN y los factores de vulnerabilidad.

Objetivos específicos:

- 1.- Evaluar la condición de salud de las plantas del invernadero forestal de Octubre-Diciembre del 2015.
- 2.-Determinar los factores de deterioro que hacen vulnerable la población de plantas en el invernadero.
- 3.-Determinar las principales plagas y enfermedades presentes en la planta cultivada en el invernadero forestal de la UAAAN.

Hipótesis

Ho. Las plantas producidas en el invernadero forestal de la UAAAN son de muy buena calidad de salud.

Ha. Las plantas producidas en el invernadero forestal de la UAAAN carecen buena condición de salud debido al impacto de los diversos factores de vulnerabilidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Que son los invernaderos

Los Invernaderos son una técnica de realizar actividades agrícolas y forestales en forma protegida con instalación cubierta y abrigada artificialmente con materiales transparentes para proteger plantas del medio ambiente. El invernadero modifica el clima contra efectos adversos, para mejorar la productividad (INTA, 2005).

Landis (1989) define a los invernaderos como el método tradicional para la producción de planta en contenedor, estos pueden estar equipados completamente para controlar el ambiente de propagación.

Por otro lado, (Juárez *et al*, 200) mencionan que un invernadero es aquella construcción con una cubierta translúcida que tiene por objetivo producir o simular las condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plantas de cultivo establecidas en el interior de este, con cierta independencia del medio exterior. Permiten modificar y controlar de forma más eficiente los principales factores ambientales que intervienen en el crecimiento y desarrollo de diferentes especies.

Morales y Payán (2010) indican que los invernaderos son una construcción de vidrio, plástico o cualquier otro material translucido donde se controlan las condiciones ambientales para el cultivo de plantas.

Igual mente el Invernadero es determinado como la construcción cuya cubierta o techo es de un material que deja pasar la luz solar, facilitando la acumulación de calor durante el día y desprendiéndolo lentamente durante la noche, cuando las temperaturas descienden drásticamente, permite controlar el ambiente interno modificando el clima y creando las condiciones para el desarrollo de los cultivos en cualquier época del año (Estrada, 2012). Por su parte Miserendino y Astorquizaga (2014) definen al invernadero como toda estructura cerrada, cubierta por

materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener condiciones artificiales de microclima, y con ellos cultivar plantas en condiciones óptimas y fuera de temporada.

2.2 Tipos de invernaderos

Tradicionalmente se conocen dos tipos básicos de invernaderos modulares los de dos aguas y el de techumbre parabólica o de arco parabólico.

Sin embargo, también existen los invernaderos de túnel o semicilíndricos, los de capilla modificado, los diente de sierra, los de raspa y amagado, además los asimétricos, planos o parral y venlo (Morales y Payán, 2010).

Gassó y Solomando (2011) dan una breve explicación del tipo de invernaderos que existen:

- Invernaderos planos o tipo parral

Utilizados en zonas poco lluviosas. La estructura construida por dos partes claramente diferenciadas, una estructura vertical y otra horizontal.

- Invernadero en raspa y amagado

Similar a tipo parral pero varia la forma de la cubierta. Aumenta la altura máxima de la cumbre, que oscila entre 3, 2, 4 m formando la raspa. En la parte más baja, se unen las mallas de la cubierta mediante vientos y horquillas de hierro que permite colocar los escalones para el desagüe.

- Invernadero asimétrico

Proviene de los tipos raspa y amagado en el aumento de la superficie en la cara expuesta al sur, con el objetivo de aumentar la capacidad de captación de la radiación solar.

- Invernadero capilla

Techumbre formando uno o dos planos inclinados, según sea de un agua o dos aguas. Ventilación por ventanas frontales.

- Invernadero de doble capilla

Formados por dos naves, la ventilación es mejor que en otros invernaderos. Poseen ventilación vertical en las paredes frontales y laterales. Este tipo de invernadero no está muy extendido debido a que su construcción es más dificultosa.

- Invernadero túnel o semicilíndrico

Se caracteriza por la forma de su cubierta y por su estructura metálica, tiene mayor capacidad para el control de factores climáticos, gran resistencia a vientos fuertes y rapidez de instalación al ser infraestructuras prefabricadas.

Montero (2012) también describe algunos de los principales invernaderos

- Invernaderos autóctonos

Invernaderos de la cuenca mediterránea, en el diseño de estos invernaderos ha predominado la tradición constructiva de una zona determinada sobre la racionalidad científico-técnica. Invernaderos parral y sus derivadas del diseño original es el ejemplo de los invernaderos autóctonos.

- Invernaderos industriales

Invernaderos más estancos y pueden climatizarse, este grupo incluye una variedad de estructura de acero galvanizado, lo que más predomina son las naves adosadas estructura arqueada multitúnel.

- Invernaderos de vidrio

Estructuras de países fríos, el modelo más característico es el venlo holandés, se construye en grandes superficies para reducir costos.

➤ Invernaderos semi cerrados

Este tipo de invernaderos fueron creados para mantenerlos más horas cerrados en los meses de frío, está diseñado con una pendiente en el techo (45°) con el propósito que la condensación escurra hacia los canales de recogida, también cuenta con naves más estrechas. Debido a que las naves son más estrechas cada nave cuenta con una ventana cenital.

➤ Invernaderos inversos

Este tipo de invernaderos cuenta con muchas mejoras estructuralmente, tiene un techo de caras planas, lo que diferencia a esta estructura a las demás es la superficie de ventilación cenital y cuenta con ventanas dobles.

2.3 Estructura de un invernadero

La estructura de un invernadero es uno de los factores más importantes, está conformada por un conjunto de elementos verticales, horizontales y curvos, que son los que otorgan resistencia al invernadero. Los materiales más comunes que constituyen un invernadero son la madera, fierro y acero, todos asentados en cuerpos de concreto o de ladrillo (SAGARPA., s/f).

La estructura simple de un invernadero y la estanquidad son dos importantes condiciones que todo invernadero debe cumplir. El armazón que constituye al invernadero debe ser ligera para que no afecte en la luminosidad de la planta que se encuentra en su interior ya que las estructuras de invernadero pesadas proyectan sombra sobre la planta y estas afectan su crecimiento (Pihán y Marín, 2000).

Francescangeli y Mitidieri (2006) señalan que la estructura de un invernadero puede estar compuesta por diferentes materiales, pero los más utilizados son la madera y el metal. Los elementos fundamentales e importantes para la estructura de cualquier invernadero son: las puertas ya que facilitan el acceso de operarios y

herramientas, las ventanas son las responsables de la ventilación del invernadero, las canaletas evitan problemas en las proximidades inmediatas, los zócalos contribuyen a la hermeticidad del invernadero y protegen el cultivo recién trasplantado de la acción directa del viento, elementos para sujetar la cobertura y los cimientos.

Ojeda (2009) menciona que la estructura del invernadero es tan importante como la cobertura, una buena estructura permite mayor duración del invernadero. El modelo tipo casilla simple generalmente se construye con madera, el tipo adobe es construido en adobe con una cámara de convección, y el tipo macrotunel utiliza el hierro como material principal.

La estructura de un invernadero habitualmente es forrada con plástico como el polietileno, ya que este cuenta con mayor difusión de luz solar eliminando zonas de sombra, dentro de los invernaderos aumentando la precocidad de la planta (Quiroz *et al*, 2009).

Fernández y colaboradores (2014) señalan que la estructura de un invernadero puede estar constituida por diversos materiales, los más utilizados son la madera y el metal. Para la selección de cualquier material se deben considerar los siguientes factores: durabilidad, resistencia a la humedad, agentes corrosivos, resistencia mecánica, ligereza del material y precio. Los materiales empleados para la estructura de invernadero son:

- Madera (pino, eucalipto, etc.).
- Hierro (tubos huecos de hierro galvanizado y perfiles de hierro laminado).
- Aluminio.
- Viguetas de hormigón pretensado.
- Alambre.
- Cable o hilo de materiales sintéticos.

Las estructuras de los invernaderos deben ser ligeras y resistentes, de material económico y de fácil conservación. Los materiales más utilizados en la

construcción de las estructuras de invernadero son, hierro, madera, aluminio, alambre galvanizado y hormigón armado (CONIAF, 2014)

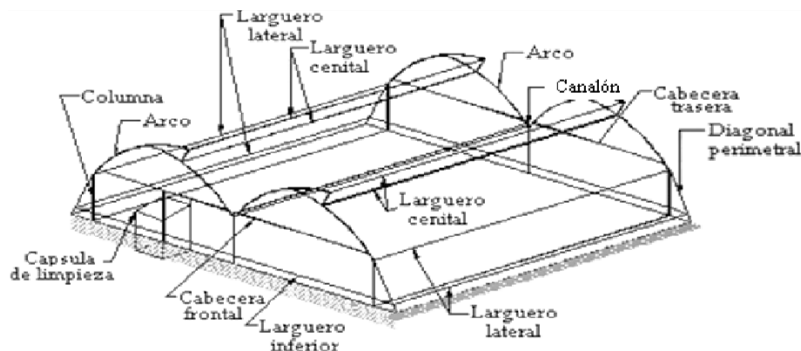


Ilustración 1. Partes que componen la estructura de un Invernadero (CONIAF, 2014)

2.4 Plan de actividades para obtener una buena condición de salud de planta

El proceso de una buena producción de plantas en invernadero se inicia con la calidad de semilla a utilizar. Esto implica una rigurosa selección de la misma y el tratamiento fitosanitario adecuado, aunado al buen manejo del germoplasma. El otro factor asociado a la buena condición de salud de planta son las óptimas condiciones climáticas, nutricionales y de sanidad que exista en el invernadero, incluyendo el orden, limpieza, regulación y manejo que hacen vulnerable la producción de planta en invernadero, es decir establecer la parte normativa de las actividades en el mismo. Consecuentemente esto da como resultado un equilibrio de las múltiples interacciones entre los factores bióticos, abióticos y factores de manejo para obtener la mejor condición de salud y calidad de planta (González, 1997).

La planificación de un invernadero o vivero forestal es de suma importancia para obtener grandes éxitos, este proceso de planificación en un cultivo consiste en: determinar el tipo de dormancia de la semilla, comprender las fases de crecimiento, desarrollar un cronograma de crecimiento para el ciclo de producción,

tomar registros incluyendo observaciones del desarrollo de la planta (Kasten *et al*, s/f).

La CONAFOR (2005) en su Manual Práctico para Producción de Planta ofrece diferentes técnicas para el manejo y producción de una vasta cantidad de especies correspondientes a diversos ecosistemas. Dicho documento da a conocer algunas de las actividades de producción de planta forestal en invernadero o vivero:

➤ Lavado de charola

Esta es una actividad fundamental, ya que de esta manera se puede evitar algún tipo de infección en la planta nueva por algún hongo, de tal manera se garantizará un ambiente higiénico para la próxima producción (CONAFOR, 2005).

➤ Elaboración de sustrato

Características de los ingredientes del sustrato:

Peat moss: Turba de musgo *sphagnun* compuesto por 335 especies acumuladas en el fondo de los pantanos y conservadas del agua en estado de descomposición parcial.

Vermiculita: Silicato de magnesio, hierro y aluminio. Componente estéril ya que en su fabricación se somete a temperaturas de 1000°C.

Perlita o agrolita: silicato de aluminio de origen volcánico, se utiliza una temperatura de 1000°C para su fabricación. Origina la aireación y el drenaje ya que no absorbe agua (COANFOR, 2005).

La mezcla de estos ingredientes puede realizarse en forma manual o en una mezcladora, esta mezcla debe tener una textura esponjosa por lo que debe vigilarse con tacto el contenido de humedad de la misma.

➤ Selección de envases

Las consideraciones más importantes en la selección de envase debe ser el costo y disponibilidad, duración, crecimiento de las raíces, capacidad de llenado de envase, manejo, transporte y almacenamiento (Quiroz *et al*, 2009).

➤ Llenado de charolas

El rendimiento mecánico del llenado de charolas para 77 cavidades es de 325 charolas por jornal y para 112 es de 450 charolas. En cambio el llenado de charolas en forma manual de 77 cavidades es de 275 charolas por jornal y para charolas de 112 cavidades es de 275 charolas por jornal (CONAFOR, 2005).

➤ Siembra

De esta actividad depende el éxito de la plantación, como regla general la planta no debe enterrarse más allá de una vez su diámetro, así se logrará que la germinación sea pareja (CONAFOR, 2005).

➤ Riego de germinación

El tiempo de riego es de 10 a 15 minutos durante cuatro semanas o hasta que la planta cuente con una altura de 5 cm (CONAFOR, 2005).

➤ Fertilización

Una vez que la planta inicia el periodo de máximo crecimiento vegetativo, lo que demanda altos consumos de nutrientes, estos deben ser suministrados mediante fertilización, ya que un adecuado manejo de fertilización de sustrato y nutrición de planta permite reducir resistencia a ciertos factores atmosféricos (Quiroz *et al*, 2009).

➤ Repique y Desahije

El repique consiste en trasplantar de las cavidades en donde existen más de dos plantas a las cavidades donde no se encuentra ninguna. El desahije se realiza

cuando las raíces de la planta que se repique estén arraigadas al sustrato (CONAFOR, 2005).

➤ Manejo de plagas y enfermedades

El Manejo Integral de plagas y enfermedades a nivel de invernadero incluye:

1. La Inspección y monitoreo permanente de plagas y enfermedades.
2. La Detección e identificación oportuna de los agentes bióticos nocivos.
3. Evaluación de la infestación y grado de daño.
4. Selección de medidas preventivas y en su caso la aplicación de medidas de supresión.

➤ Cosecha

Esta actividad debe ejecutarse cuidadosamente para evitar daños a la plántula por una mala maniobra (Quiroz *et al*, 2009).

➤ Transporte

Debe realizarse fuera del periodo vegetativo, el plazo entre la salida de la planta y su recepción en el terreno no debe exceder las 24 horas (Quiroz *et al*, 2009).

2.5 Sistema computarizado del ambiente de un invernadero

El ambiente del invernadero es de suma importancia para la producción de planta, es por ello que el productor año tras año actualiza el sistema de climatización en los invernaderos. Los nebulizadores son los encargados del sistema de refrigeración en el invernadero ya que sueltan el vapor de agua necesario para bajar la temperatura en los momentos del día que más radiación existe. Por el contrario, en las épocas más heladas se debe instalar un equipo de climatización para evitar la muerte de la planta (Montero, 2012).

Existen invernaderos con alta tecnología, estos incluyen instalaciones que cuentan con control climático automatizado, riegos computarizados y de presión, inyecciones de CO₂ para ello cuentan con sensores y dispositivos que operan los

sistemas de riego y ventilación, pantallas térmicas para el control de la iluminación y cultivo en sustratos (Ortega, 2014).

Las cámaras de crecimiento proporcionan todas las características de luz (intensidad, duración y calidad) (Landis, 1989).

2.6 Problemas en general de los invernaderos

La producción de planta de invernadero, aunque se encuentre en condiciones protegidas, no deja de ser de alto riesgo. Existen muchos factores que hacen vulnerable la condición de salud de la planta; por ejemplo si deja de funcionar el acondicionamiento del clima del interior del invernadero las plantas se pueden exponer a recibir el impacto de muy altas temperaturas que en poco tiempo ocasionan daños irreversibles a las plantas, de la misma forma si llega a fallar el sistema de riego automatizado también ocurren severos daños a los tejidos meristemáticos de las plantas que les provocan una rápida deshidratación y marchitamiento. De igual forma se pudieran mencionar el factor de fertilización si este no es el adecuado y en forma oportuna también los daños son altamente significativos, por otra parte las condiciones climáticas adversas en el interior de un invernadero generalmente provocan la incidencia de múltiples organismos nocivos (plagas y enfermedades patogénicas) que con sus daños elevan la vulnerabilidad y la mala calidad de plantas. La luminosidad y ventilación son otros factores de riesgo (Alpi y Tocnoni, 1991).

Landis (1989) menciona los problemas a los que se enfrenta la planta dentro del invernadero, uno de ellos se identifica en la siembra ya que la ausencia de semillas en los contenedores, indica que debe haber problemas con la operación de siembra, por otro lado, los hospedantes ya que las aves y roedores comen las semillas de todas las especies de coníferas lo cual provoca pérdidas en la producción.

Por otro lado, Landis (1989) también menciona que uno de los problemas abióticos que afecta la parte aérea de la planta es el daño por fertilizantes, ya que

químicamente los fertilizantes son sales, y estos pueden causar daño al follaje o a las raíces de las plántulas. Cuando el fertilizante granular se aplica a la parte superior de los contenedores el daño es directo al follaje de la planta.

Perales y colaboradores (2003) mencionan que uno de los fenómenos producido en los invernaderos debido a los problemas de temperatura y humedad es la condensación; este problema provoca pérdidas de radiación, ya que se reduce la transmisión de la cubierta. El goteo sobre el cultivo y la condensación en conjunto provocan la proliferación de enfermedades criptogámicas.

La problemática de la planta forestal cultivada en invernadero, es la tendencia de las raíces a crecer en espiral sobre la superficie interna del contenedor. El crecimiento en espiral de la raíz no afectará el crecimiento de la planta mientras permanezca en el invernadero, pero ya en campo puede reducir seriamente la calidad ya que dificulta el adecuado establecimiento de la raíz en el suelo (Rodríguez, 2010).

De acuerdo a la ley de Prevención de Riesgos Laborales uno de los problemas que se presenta en los invernaderos es la falta de servicios higiénicos disponibles para los trabajadores, ni tampoco locales de descanso, mucho menos comedores. El agua potable no es accesible para los trabajadores y habitualmente no se cambian de ropa. En los invernaderos es muy frecuente que no se cuente con un botiquín de primeros auxilios lo cual ha provocado una serie de problemas con el personal en diferentes invernaderos (Ley de Prevención de Riesgos Laborales, 1995).

2.7 Salud de planta forestal

Boa (2008) define salud, como disciplina, se refiere al estudio de todos los factores que afectan el vigor y la productividad de una planta, manifestados por diferentes síntomas y tipos de daños. Los problemas de salud de los árboles pueden dividirse en enfermedades causados por patógenos, por insectos plaga, desórdenes ligados a influencias abióticas y otros problemas diversos.

2.8 Problemas de sanidad

Landis (1989) hace mención que las plagas y enfermedades son una preocupación constante para productores de planta en contenedor, por tal motivo hace una descripción de plagas y enfermedades que afectan las plantas de invernadero forestal y las cuales deben ser atendidas con anticipación.

Plagas del sistema radicular de la planta

Mosquita fungosa de alas oscuras (*Bradysia spp*) (Diptera-Sciaridae).

Los adultos de esta plaga son inofensivos, sin embargo, las larvas se alimentan de las radículas de la planta joven, estacas o semillas carnosas. La primera evidencia de infestación es la presencia de los adultos en torno a las plantas hospedantes.

La mosquita fungosa cuenta con un tamaño de 2-4 mm, alas grises con venas en formas de Y. Las larvas son delgadas, con una cabeza pequeña y lustrosa

Enfermedad fungosa de la parte aérea

Moho gris (*Botrytis cinérea*)

Denominada como la enfermedad más perjudicial de especies forestales producidas en contenedores. Esta enfermedad es identificada por el micelio gris, algodonoso, y por las masas de esporas sobre la superficie del tejido afectado, especialmente sobre acículas de la parte baja. Conforme la enfermedad avanza, el tejido infectado comienza a ser acuoso y se presentan lesiones de color café. El hongo puede propagarse en el tallo principal, donde los cánceres eventualmente anillan y matan la punta. Esta enfermedad es común en otoño, ya que la copa de la plántula se sierra y los niveles naturales de luz son bajos.

Insectos que afectan la parte aérea de la planta

Ácaros araña (*Tetranychus urticae* Koch) (Tetranychidae)

Existen muchas especies de ácaros que pueden dañar los cultivos en contenedores, pero el de dos manchas o acaro araña roja, es una de las plagas más dañinas en invernadero. La primera evidencia de infestación de este insecto es el punteado clorótico en el follaje de la plántula, pero también la fina maraña que ellos producen.

Trips spp. (Thripidae)

Estos insectos se alimentan de una gran variedad de cultivos de invernadero incluyendo cultivos forestales. Los adultos son llevados pasivamente adentro del área de cultivo mediante el sistema de ventilación, y ponen sus huevecillos en el follaje de las plantas, las ninfas al alimentarse causan pequeños puntos necróticos en el follaje, seguidos por el enrizamiento de los brotes.

Los problemas más drásticos que sufre la planta forestal de supervivencia se presenta durante el periodo en el que se encuentra en invernadero o vivero. El responsable de la falta de salud de la plántula son las micosis que dan lugar a infecciones más conocidas como Damping-off, los síntomas que desarrolla la enfermedad se engloban en tres formas, en relación con la edad las cuales son: Damping-off de pre-emergencia, Damping-off de post-emergencia y Damping-off tardío (Soldevilla, 1995).

Cibrián y colaboradores (2008) señalan que las enfermedades presentadas en la germinación de planta son las siguientes:

Damping-off por *Pythium*: se caracteriza por presentar en su fase asexual, esporangios que dan origen a las zoosporas. Las zoosporas pueden orientarse y agregarse alrededor de las raíces, y desarrollar una hifa que es capaz de penetrar en el tejido suave de las raíces que apenas se están formando. Ya que el hongo se encuentra dentro de la planta se reduce con rapidez, el micelio penetra en las células, rompe y destruye las paredes celulares, y provoca la caída de las plántulas.

Damping-off por *Rhizoctonia*: hongo de los más frecuentes en el vivero. Este hongo forma estructuras de resistencia, llamadas esclerocios que son agregados de hifas de color café, semiesféricas, pero pueden tomar formas distintas de pocos milímetros de diámetro, las hifas están interconectadas y pueden infectar a las raíces de las plántulas que apenas están emergiendo; causan una pudrición suave.

Fusarium en plántulas de pino: se genera un micelio blanco que infecta el nuevo tejido. Este micelio mata la punta, e incluso puede bajar al cuello de la plántula. Al dejar en cámara húmeda a plantas enfermas, se propicia el desarrollo de un manto micelar de color blanco en la superficie del tejido vegetal o en la cubierta de la semilla.

Quiroz y colaboradores (2009) indican que tanto plagas como enfermedades presentes en Invernadero o vivero, son de los agentes que pueden producir daños severos si no son controlados en el momento de su aparición. Hacen mención de algunos hongos, insectos y nematodos más importantes que afectan a la planta.

Hongos

Caída de plantas o damping off, este hongo afecta a la planta cuando aún no posee ningún tejido secundario. El síntoma causado por este tipo de hongo es una lesión húmeda en la raíz-cotiledón a nivel del suelo, que asciende desde la parte superior hacia los cotiledones. En vivero e invernadero se ha observado “pudrición café de la raíz” provocada por *Phytophthora*, “Pudrición negra” producida por *Macrophomina phaseolina*.

Insectos

Se determinan dos importantes grupos de insectos que afectan a la planta en invernadero o vivero los cuales son: Insectos defoliadores el cual ataca el follaje o tallo de la planta. El segundo grupo y el más difícil de identificar es insectos de

suelo, estos atacan a nivel de suelo, en el cuello de las plantas, como en las raíces.

Nematodos

Organismos de tamaño pequeño y de forma alargada, los cuales provocan lesiones en el sistema radicular de la planta impidiendo el crecimiento de esta.

El ataque de plagas y enfermedades afecta la calidad y cantidad de plantas producidas. Estas ocasionan deformaciones, detienen el crecimiento de la planta y en algunos casos ocasiona su muerte (Prieto y Alarcón, 1998).

2.9 Métodos de control de plagas y enfermedades en invernaderos forestales

Control integrado

Método para controlar plagas en los invernaderos; para que este sea eficaz se deben tomar los siguientes puntos:

1. Asesoría a propietarios de invernaderos
2. Cooperación de propietarios en acción colectiva.
3. Adopción de medidas preventivas que dificulten el desarrollo de plagas y enfermedades y que no afecten la acción de los organismos beneficiosos
4. Disponer de organismos beneficiosos y que estos se introduzcan en el cultivo en el momento oportuno
5. Usar productos fitosanitarios selectivos

Es conveniente que los agricultores dispongan de asesoramiento técnico que aconseje en cada momento la medida a tomar, por lo menos durante los primeros años (Alomar *et al*, 1989).

Manejo cultural

Manipulación del ambiente en el vivero o invernadero para hacerlo menos favorable a la presencia de enfermedades. Se utiliza prácticas de poda,

fertilización adecuada para un crecimiento de árboles más vigorosos, modificación de la densidad de siembra y manejo del riego (Almodóvar, 2005).

- Eliminar malezas. Algunas malezas son hospederas de hongos o virus que afectan a los arbolitos.
- Saneamiento. Eliminar planta enferma o afectada por enfermedades para evitar que se disemine a otras plantas.
- Aplicación de fungicidas. Estos pueden aplicarse antes o después de sembrar la semilla.

Control biológico

Es aplicado a un sistema de manejo integrado, basado en tratamientos naturales y otros métodos ecológicos como el manejo cultural que complementan la acción de los enemigos naturales. Existen hongos y bacterias beneficiosos que están presentes en los medios de siembra y son beneficiosos a los arbolitos ya que algunos fijan nitrógeno y otras son antagónicas o compiten con organismos que causan enfermedad a la raíz de la planta (Almodóvar, 2005).

Control del damping-off

La caída de plántulas en pre y post emergencia produce regularmente unas pérdidas del 15% o superiores en viveros e invernaderos forestales. Los vehículos más frecuentes de entrada al vivero e invernadero de los agentes causales del damping-off son: sustratos, agua, contenedores recuperados, material forestal de reproducción y herramientas (Sánchez y Trapero, s/f).

Medidas culturales: consiste en mantener condiciones microambientales óptimas para favorecer el desarrollo y vigor de las plántulas sin favorecer el desarrollo de patógenos (Sánchez y Trapero, s/f).

2.10 Trabajos específicos de detección de plagas y enfermedades de invernadero

Rodríguez y colaboradores (1980) realizaron un estudio en el cual se efectuó la detección de insectos del follaje en general, se hizo mediante trampas de pegamento y Thysanopteros. Para la detección de insectos del cuello, tallo y raíces, se muestreo parcelas de 20 x 20 cm., hasta una profundidad de 30 cm. Estas se ubicaron al azar, cada 2 o 5 platabandas. La identificación de insectos, se realizó directamente en los estados de desarrollo encontrados y se efectuó mediante claves y comparación con ejemplares del Insectario del Instituto de Defensa Forestal de la Universidad Austral. Como resultados de este trabajo se identificaron los agentes causales del daño en el follaje las cuales fueron: *Thrips tabaco*, *Heliothrips haemorrhoidalis*. En cuanto a las especies que ocasionan daños en cuellos y tallo se encontró: *Agrotis*, *Pseudoleucania bilitura*, *Pseudaletia punctulata* y *Maculella noctuides*. Y los insectos que se encontraron dañando raíces fueron: *Hylamorpha elegans*, *Grammophorus niger*, *Medonia deromecoides*.

Gutiérrez (2005) llevó a cabo el estudio fitosanitario en el invernadero y vivero forestal de la UAAAN, el cual tenía como finalidad localizar plagas y enfermedades que perjudicaran las plántulas en el invernadero y vivero. En dicho trabajo se analizaron las siguientes especies: *Pinus gregii*, *Picea mexicana* y *Pseudotsuga menziesii*. La metodología se realizó en dos etapas, una se llevó a cabo en campo y otra en laboratorio. El trabajo de campo consistió en hacer un muestreo aleatorio del 4% de la población cada mes en periodo de seis meses. Y se extraían muestras las cuales procedían a un análisis en laboratorio. En cuanto el muestreo de insectos se utilizó el método directo para determinar poblaciones de insectos. Se hizo un examen periódico de los órganos de las plantas sobre 20 plantas por lote, para identificar los estados larvarios de los insectos. Se utilizó la red entomológica en la cual se realiza 100 golpes por muestreo. También se utilizaron las trampas nocturnas para la atracción de los insectos y posteriormente se realizaron los análisis pertinentes en laboratorio a este estudio. Durante el

estudio, se observó el comportamiento que presentó cada enfermedad donde Damping-off se presentó de manera más constante. Los insectos plagas identificados fueron: *Macrodactylus spp*, *Stenomacra marginella*, *Leptoglossus occidentalis*, *Danaus plexippus*, *Armadillidium vulgare*.

Altunar (2008) realizó un trabajo de investigación en el invernadero forestal de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual tenía por objetivos evaluar el porcentaje de daño ocasionado por *Contarinia sp* a la producción de plantas de *Pinus cembroides* en el invernadero y determinar la distribución del problema dentro de las platabandas del invernadero en *Pinus cembroides*. Para identificación de insectos, se colectaron 30 plántulas dañadas y posteriormente se realizó una disección manual de la yema y mediante el microscopio se observaron las larvas presentes en la plántula. El muestreo utilizado en este trabajo fue completamente al azar con 5 tratamientos y 40 repeticiones, se muestrearon 320 plántulas por platabanda y un total de 1600 plántulas en toda la unidad experimental. En el estudio se encontró que la causa principal del daño observado en la yemas de plántulas de *Pinus cembroides* se debió al insecto *Contarinia sp*. Los análisis estadísticos revelaron que existían diferencias significativas entre tratamientos para las variables de altura de plántulas afectadas en la yema y el diámetro de plántulas afectadas.

Soldevilla (1995) considera al Damping-off como el complejo fitopatológico que produce más bajas en los viveros e invernaderos forestales. En el estudio que realizó ha utilizado la trampa vegetal de pétalos de clavel para detectar la presencia de *Pythium* o *Phytophthora* por la disolución en agua destilada de una cantidad precisa de materiales del sustrato vertidos en placas de Petri en el cual se colocan cinco pétalos de clavel inmaduro que captarán los esporangios de los hongos.

2.11 Evaluación de daños en invernadero

Jiménez (1993) menciona que en la evaluación, selección y clasificación final todas las plántulas deben contar con las siguientes características: tamaño

adecuado y homogéneo, tallos bien lignificados (endurecidos), sin defectos y sanos. En el sistema de producción de planta en bolsa la altura adecuada debe oscilar entre 30 y 35 cm. Generalmente, en viveros e invernaderos se pierde del 3% al 5% de la totalidad de árboles producidos, por defectos o daños durante su desarrollo.

Sánchez y Murillo (2014) realizaron una evaluación de la calidad de plántula de ciprés (*Cupressus lusitánica* mil.) en la cual se utilizó un muestreo aleatorio, se registraron 11 variables cualitativas y cuantitativas en cada una de las plántulas muestreadas. Los resultados registraron un 1,87 % de plántulas bifurcadas, 0,51 % con pérdida del meristemo, 2,21 % con torceduras severas en el tallo, un 15 % en posición sociológica suprimida, un 0,68 % con daños mecánicos, un 0,51 % con problemas fitosanitarios severos, un 13,5 % con problemas de mala calidad de raíces y un 3,92 % de las plántulas con rechazo. La tasa de mortalidad se estabilizó entre la semana 12 y 15 después del repique y alcanzó porcentajes acumulados cercanos al 25 %.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

A) Ubicación

El presente estudio se realizó en el invernadero del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, situado en Buenavista, localizada al sur de la ciudad de Saltillo, con coordenadas $25^{\circ}20'57.40''$ N y $101^{\circ}01'58.24''$ O.

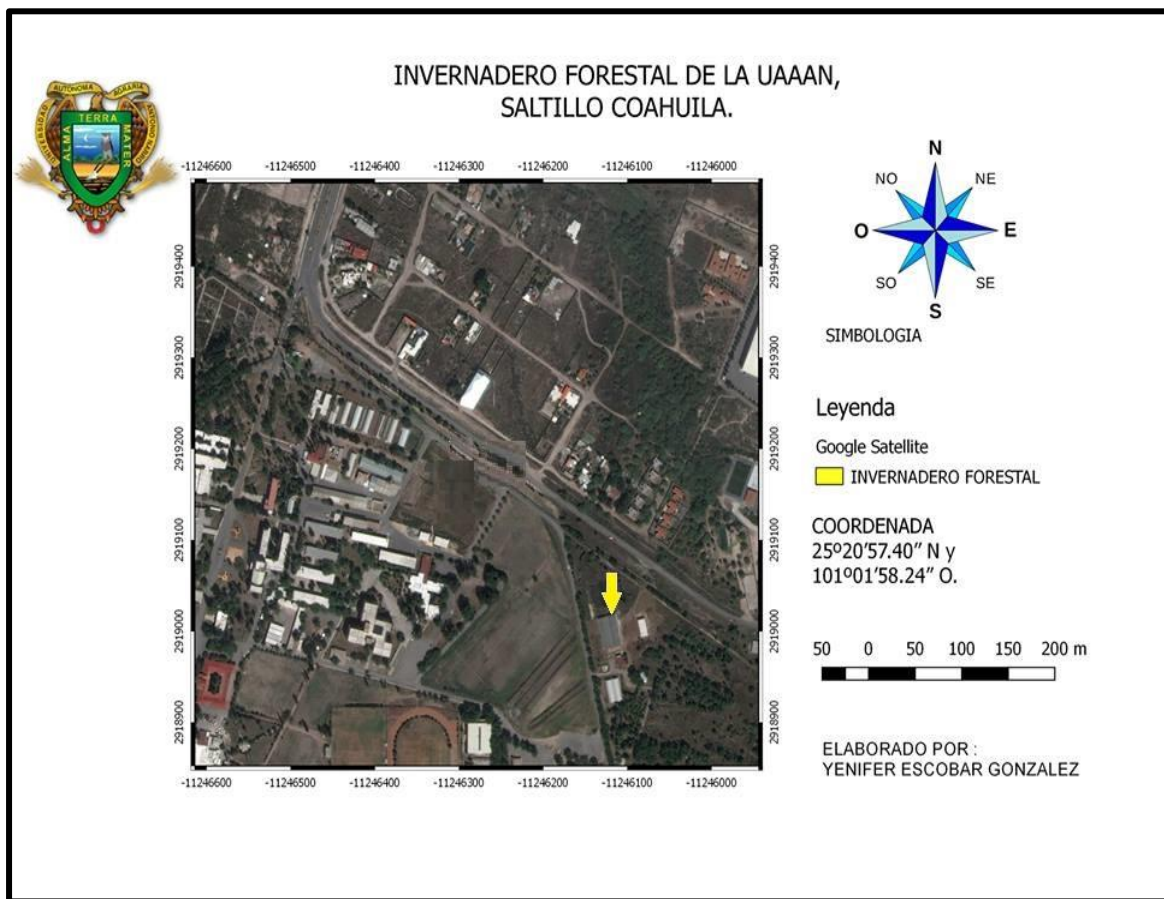


Ilustración 2. Localización del área de estudio

Con clima semiseco templado (29%), templado subhúmedo con lluvias escasa todo el año (27%), seco templado (23%), seco semicálido (16%) muy seco semicálido (4%) y semifrío subhúmedo con lluvias escasas todo el año (1%). Con un rango de precipitación de 200-700mm (Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009).

Suelo dominante Calcisol (36.3%), Leptosol (29.9%), Kastañozem (10.3%), Phaeozem (9.0%), Solonchak (6.9%), Chernozem (2.5%), Regosol (2.5%), No aplicable (1.4%), Luvisol (0.8%), Gypsisol (0.2%) y Cambisol (0.2%) (Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009).

B) Equipamiento y manejo del vivero e invernadero

Los contenedores utilizados son de poliestireno expandido, con un baño de hidróxido de cobre. La composición del sustrato utilizada para realizar la siembra en los contenedores, consiste en 155 litros de peat moss, 144 litros de vermiculita, 100 litros de agrolita y 1 kilogramo de osmocote (Gutiérrez, 2005).

La temperatura manejada en vivero en el periodo otoño invierno es de 24°C en el día y noche 18°; primavera de 27°C en el día y noche 24°C.

Las especies producidas varían, pero se han producido los siguientes géneros:

Abies vejari, *Pseudotsuga flahaulti*, *Picea mexicana*, *Pinus arizonica*, *Pinus halepensis*, *Pinus cembroides*, *Pinus engelmannii*, *Pinus maximartinezii*, *Pinus pinceana*, *Pinus greggii*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus rudis*, *Quercus virginiana*, *Quercus laeta*, *Quercus laceyji*, *Quercus fusiformis*, *Quercus saltillensis*, *Picea mexicana* entre otras, (Braham, 2015). Comunicación personal UAAAN.

En la siembra, la capa de sustrato para que cubra las semillas se realiza de acuerdo al tamaño de la semilla, criterio manejado es dos veces el tamaño de la semilla a sembrar.

Para la prevención de las enfermedades se aplican fungicidas como el Flonex, Tecto 60 y Captan.

Las plantas que se encuentran dentro del invernadero, se someten a un proceso de adaptación al medio exterior para obtener mejor éxito de sobrevivencia de planta en campo.

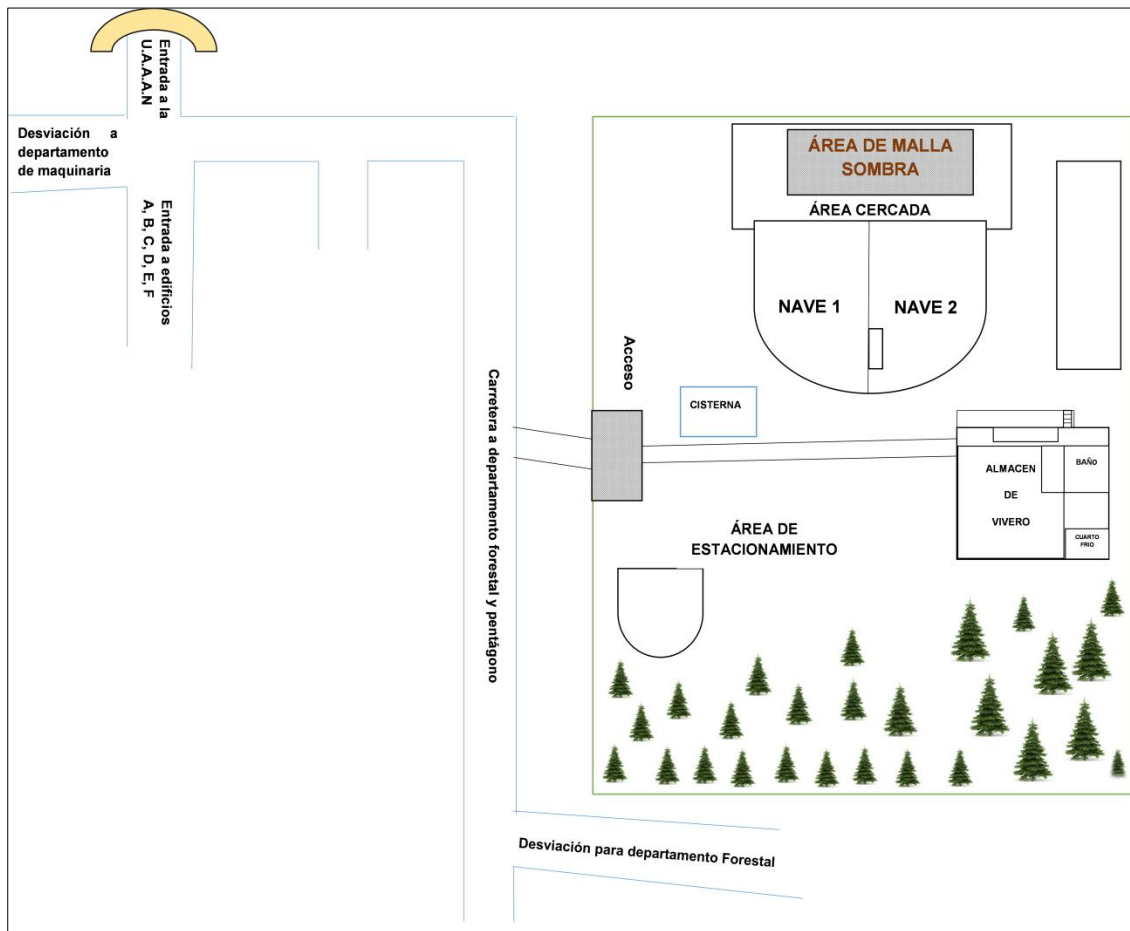


Ilustración 3. Croquis del invernadero forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

C) Principales usos del vivero e invernadero

- Producción de planta
- Realización del servicio social de los alumnos de licenciatura
- Docencia

- Realización trabajos de investigación de licenciatura como de maestría.

3.2 Procedimiento del estudio

3.2.1 Selección del sistema de muestreo y tamaño de muestra

Inicialmente se realizó un recorrido por las dos naves donde existe producción de planta con la finalidad de determinar el muestreo más adecuado de acuerdo a las condiciones en las que se encuentra el invernadero. De este recorrido se decidió utilizar el sistema de muestreo en Zig-Zag, utilizando una cuerda tipo transecto (Ilustración 3). Este es un método para realizar evaluaciones rápidas de la vegetación, consiste en muestrear un número determinado de individuos a lo largo de un transecto (Mostacedo, 2000). Dicho método se puede considerar una combinación del muestreo sistemático y aleatorio, donde la característica principal es que se desarrolla de manera alterna entre uno y otro lado del espacio a muestrear. Este método fue adaptado en este estudio para la evaluación de plantas a nivel de invernadero para determinar el porcentaje de plantas dañadas. Se muestrearon las plantas que tocó la cuerda de cada transecto y las plantas cercanas a la cuerda para cumplir con el tamaño de muestra obtenido que fue del 20% en cada una de las especies presentes en las platabandas evaluadas.



Ilustración 4. Sistema de muestreo "Líneas de Intersección".

El tamaño de muestra se determinó de la siguiente manera:

El total de plantas existentes en estas platabandas fue 2940 plantas de las cuales se muestreo el 20 % de plantas de cada especie existentes en cada platabanda muestreada de acuerdo a la estimación sugerida por Hernández y colaboradores (2000).

Cuadro 1. Tamaño de muestra evaluada por especie.

Especie	Número de plantas totales (N Poblacional)	Tamaño de muestra 20 % por especie
<i>Thuja</i>	35	7
<i>Pinus halepensis</i>	635	127
<i>Prosopis glandulosa</i>	45	9
<i>Pinus Cembroides</i>	1170	234
<i>Cedrela odorata</i>	60	12
<i>Yucca spp.</i>	30	6
<i>Pinus pseudostrobus</i>	375	75
<i>Quercus virginiana</i>	225	45
<i>Pinus greggii</i>	75	15
<i>Pinus maximartinezii</i>	290	58

3.2.2 Ubicación de las platabandas

El total de platabandas en el invernadero es de 49 en las cuales se encuentran las siguientes especies forestales:

Quercus virginiana y Cedrela odorata#29	P a s i l i o			p a s i l o
Quercus virginiana #28				
Pinus greggii #27				
Pinus pinceana #26			Pinus greggii, Pinus pseudostrobus y Pinus halepensis #49	
Pinus pinceana #25		cedrela odorata y Quercus virginiana #11	Plantas ing. Gil	
Quercus virginiana y pinus greggii #24		Pinus cembroides #10	Pinus cembroides #48	
Pinus pseudostrobus #23		Quercus virginiana#9	Pinus cembroides #47	
Pinus cembroides #22		Taxodium mucronatum y mimbre #8	Pinus greggii y palma#46	
Pinus maximartinezii #21		Pinus cembroides #7	Pinus cembroides y Pinus pseudostrobus#45	
Pinus cembroides y Yuca filifera #20		Pinus cembroides #6	Pinus greggii #44	
Prueba de germinacion #19		Pinus maximartinezii y Cupresus spp. #5	Pinus maximartinezii#43	
Pinus cembroides #18		Mimbres#4	Pinus maximartinezii#42	
Pinus cembroides #17		Pinus pseudostrobus#3	Pinus maximartinezii#41	
Pinus cembroides #16		Pinus halepensis#2	Pinus greggii #40	
Pinus cembroides #15		Prosopis glandulosa, Pinus halepensis, Thuja#1	Pinus greggii #39	
Pinus cembroides #14		Nave 1	Pinus cembroides y Pinus arizonica#38	
Ébano #13			Nave 2	
Pinus cembroides #13				
Platabandas muestreadas				
				Quercus virginiana#37
				Pinus greggii y Pinus cembroides#36
				Pinus greggii # 35
				Yuca y Pinus cembroides#34
				Pinus greggii#33
				Pinus cembroides #32
				Quercus virginiana#31
				Pasiflora#30

Ilustración 5. Posición de platabandas dentro del invernadero con sus respectivas especies.

3.2.3 Variables observadas

Las variables cualitativas evaluadas en este estudio fueron: condición del tallo, estructura del follaje, calificación general de la salud de la planta y por último la identificación de problemas fitosanitarios existentes.

Para la evaluación de esta variables se utilizó una escala Likert (Hernández *et al*, 2006) que es un instrumento de medición para este tipo de variables y adaptada para este estudio (Cuadro 2).

Las variables cuantitativas evaluadas en el estudio fueron: altura y diámetro.

Cuadro 2. Metodología de la escala Likert (Hernández *et al*, 1991). Modificada para este estudio.

Grado de daño	Descripción
Condición del tallo	
0	Recto y limpio
1	Doblado y sin vigor
2	Quebrado o acamado
Color y estructura del follaje	
0	Muy verde y vigoroso
1	Clorótico y escaso
2	Punta marchita
3	Mitad del follaje muerto
4	Planta muerta
Calificación general de salud	
1	Muy sana
2	Sana
3	Regular
4	Mala
5	Muerta
Problemas de salud observados	
0	No visibles
1	Poco visibles
2	Muy visibles

Las especies estudiadas son las siguientes: *Quercus virginiana*, *Pinus greggi*, *Pinus halepensis*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus cembroides*, *Cedrela odorata*, *Pinus maximartinezii*, *Prosopis glandulosa*, *Yuca spp.*, *Thuja*.

3.2.4 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos en este estudio fueron expresados en cuadros y graficas en forma descriptiva y además se realizó un análisis de varianza y prueba de compensación de medición de Duncan para ver la diferencia estadística que existen entre las especies estudiadas en cuanto a su condición de salud.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Plantas con condición de salud muy sana

En el Cuadro 3 se muestra la prueba de Duncan para la condición de plantas muy sanas, y como se puede observar hubo tres agrupaciones; en la agrupación A se observó a *Yucca spp.* ya que obtuvo la media más alta. En la agrupación B se encontraron *Pinus maximartinezii* y *Pinus halepensis* estas fueron las dos siguientes especies mejores; en la agrupación C se conformó por *Pinus greggi*, *Quercus virginiana*, *Pinus cembroides*, *Pinus pseudostrobus*, *Cedrela odorata* estas obtuvieron las medias más bajas ya que tenían menos plántulas en condición de salud muy sana.

Cuadro 3. Prueba de Duncan para la condición de salud muy sana.

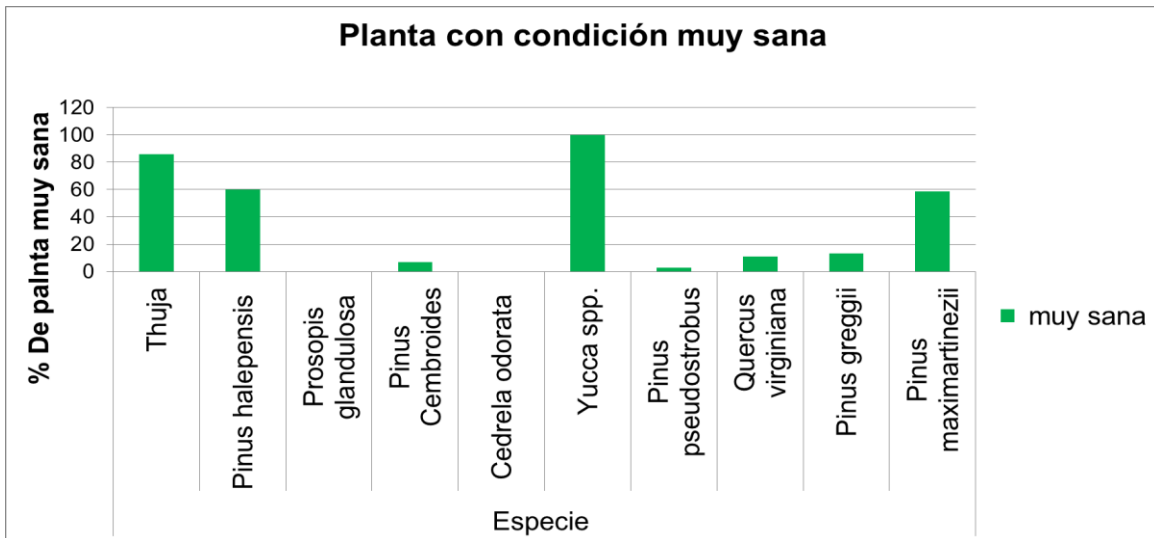
Condición	Tratamiento	N	Media	Agrupación Duncan*
Muy sana	<i>Yucca spp.</i>	4	100.0	A
	<i>Pinus maximartinezii</i>	6	58.2	B
	<i>Pinus halepensis</i>	6	53.9	B
	<i>Pinus greggi</i>	6	13.9	C
	<i>Quercus virginiana</i>	6	8.6	C
	<i>Pinus Cembroides</i>	6	5.9	C
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	6	3.3	C
	<i>Cedrela odorata</i>	6	0.0	C

*Los valores agrupados por la misma letra no son significativamente diferentes entre sí.

En la Gráfica 1 se muestran las especies que tuvieron mayor número de individuos en la condición muy sana, resultando ser *Yucca spp.* la que destacó como la especie más saludable con un porcentaje del 100% de plantas de muy buena calidad. En un segundo lugar se encuentra *Thuja* con el 85.71% de la planta en condición muy sana. En la tercera posición se encontró a *Pinus halepensis* y a *Pinus maximartinezii* con 59.84% y 58.62%, respectivamente. En

quinto lugar se observan las siguientes especies *Pinus greggii* con 13.33%, *Quercus virginiana* con 11.11%, *Pinus cembroides* con el 6.84%, y la especie menos sana fue *Pinus pseudostrobus* con solo 2.67% de planta muy saludables.

Las variables evaluadas para considerar a la plántula muy sana fueron: condición del tallo recto, estructura de follaje verde y vigoroso, y con problemas de salud en la categoría no visibles.



Gráfica 1. Porcentaje de las diferentes especies con planta en condición muy sana.

Yucca spp. fue la especie que resultó con la máxima categoría de salud de acuerdo a la prueba de Duncan (Cuadro 3) y gráficamente (Gráfica 1), es una especie muy adaptada a las condiciones climáticas y edáficas de esta región, además en esta planta no se han encontrado reportes de ataques de plagas y enfermedades de importancia. Asimismo es una especie muy robusta y con tallos muy lignificados y follaje muy resistente al impacto de agentes físicos nocivos. Son estas tal vez las características que le permitieron presentar el 100% de planta muy sana, a pesar de que el tamaño de muestra fue pequeño para esta especie se pudo observar que el resto de las plantas que estaban alrededor de las plantas muestreadas de esta especie también se encontraban en excelentes condiciones de salud. Es importante mencionar que aunque el tamaño de muestra hubiera sido

mayor los resultados hubieran sido los mismos. La segunda especie con planta de muy buena calidad fue *Thuja* la cual es una especie con un solo tronco principal, de corteza con estructura fibrosa. Resistente a sequías, heladas y plagas, lo cual influyo que 85.71% de la planta evaluada se encontrara en condición muy sana. Cabe mencionar que es resistente a plagas pero puede ser atacado por hongos si cae en exceso de riego (Rivera,1998).

4.2 Plantas con condición de salud sana

En el cuadro 4, se presenta la prueba de Duncan para la condición de salud sana en el cual se puede observar las diferencias entre medias de los tratamientos valorados, donde se formaron dos grupos. En el grupo A se encontró *Pinus pseudostrobus*, *Quercus virginiana*, *Pinus cembroides*. En cuanto al tratamiento de *Pinus halepensis* se encontró integrado el grupo A al grupo B. En el grupo B se pudo observar a *Cedrela odorata*, *Pinus greggii*, *Pinus maximartinezii*, *Yucca spp.*

Cuadro 4. Prueba de Duncan para la condición sana.

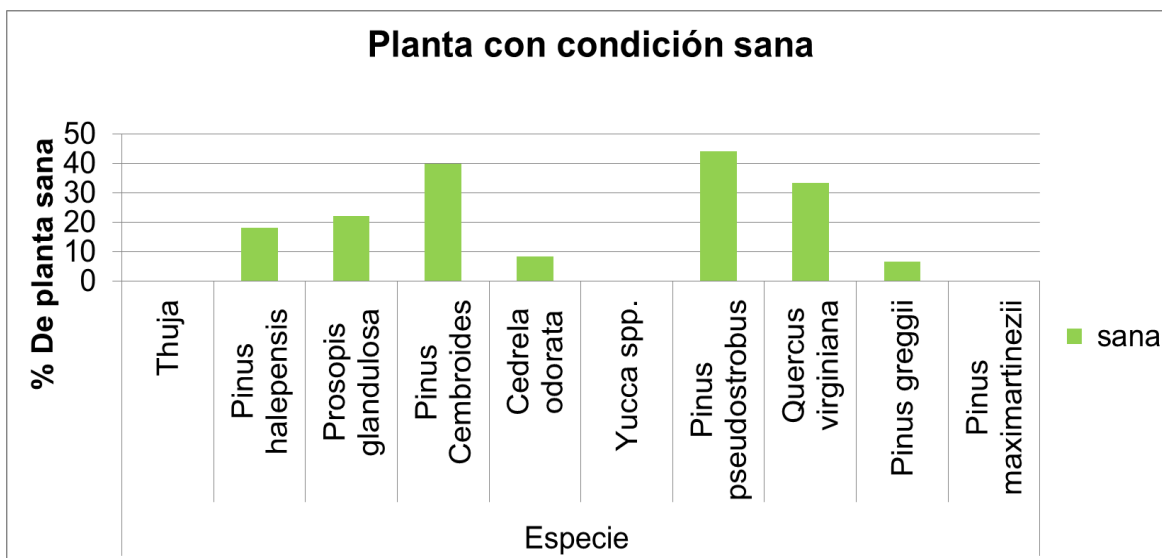
Condición	Tratamiento	N	Media	Agrupación Duncan*
Sana	<i>Pinus pseudostrobus</i>	6	41.2	A
	<i>Quercus virginiana</i>	6	34.0	A
	<i>Pinus Cembroides</i>	6	31.6	A
	<i>Pinus halepensis</i>	6	21.3	AB
	<i>Cedrela odorata</i>	6	5.6	B
	<i>Pinus greggii</i>	6	5.6	B
	<i>Pinus maximartinezii</i>	6	0.0	B
	<i>Yucca spp.</i>	4	0.0	B

*Los valores agrupados por la misma letra no son significativamente diferentes entre sí.

La Gráfica 2 muestra el porcentaje de plántulas que tuvieron las diferentes especies evaluadas en condición sana, en la cual sobresale *Pinus pseudostrobus* con un 44% de planta sana. En segundo lugar se tiene a *Pinus cembroides* con un

porcentaje de 39.74% y *Quercus virginiana* con el 33.33% en esta condición. En tercera posición se encontró a *Prosopis glandulosa* con el 22.22%, *Pinus halepensis* con el 18.11% y *Cedrela odorata* con el 8.33% de planta sana. Y por último la planta que muestra menor porcentaje de plantas sanas fue *Pinus greggii* con el 6.67%.

Las variables evaluadas para considerar a la plántula sana fueron: sanidad de la planta, condición del fuste recto, y al menos color del follaje verdoso.



Gráfica 2. Porcentaje de las diferentes especies con planta en condición sana.

Las especies que se encontraron con las mejores medias de acuerdo a la prueba de Duncan y con mejor porcentaje de plántula en condición sana fueron: *Pinus pseudostrobus* la cual es una especie que se ha registrado en varias entidades entre ellas Coahuila, es una especie de gran adaptabilidad y con altos índices de germinación ya que se ha comprobado que la semilla para germinar solo requiere de humedad y temperatura adecuada (Muños *et al*, 2011), esto ha contribuido a que el 44% de plántula evaluada de esta especie se encontrara en la categoría de planta sana. La especie encontrada en la segundo lugar gráficamente y con la tercera posición del grupo A en la prueba de Duncan realizada, es originaria de México, y se encuentra en diferentes estados de la republica entre ellos Coahuila,

es una especie con alto potencial adaptativo, con un porcentaje de germinación de 60 a 99%, muy resistente a heladas, sequía y temperaturas elevadas (CONABIO, s/f), debido a esto es que *Pinus cembroides* alcanzo 39.74% de planta sana. En tercera posición gráficamente y en la segunda posición del grupo A de la prueba Duncan realizada se puede observar a *Quercus virginiana* la cual es una especie demandante de sombra parcial y muy resistente a sequias y de acuerdo a que en el invernadero forestal se le brinda la condición que favorece su germinación se obtuvo el 33.33% de la plántula evaluada en condición sana (CONABIO, s/f).

4.3 Plantas con condición de salud regular

El cuadro 5, se muestra la prueba de Duncan para la condición de salud regular en la cual se formaron dos agrupaciones, con la media más alta se observó al tratamiento de *Cedrela odorata* por ello se encontró en la agrupación A. En la agrupación B se aprecia a *Quercus virginiana*, *Pinus greggii*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus Cembroides*, *Pinus halepensis*, *Pinus halepensis*, *Pinus maximartinezii* y *Yucca spp.*

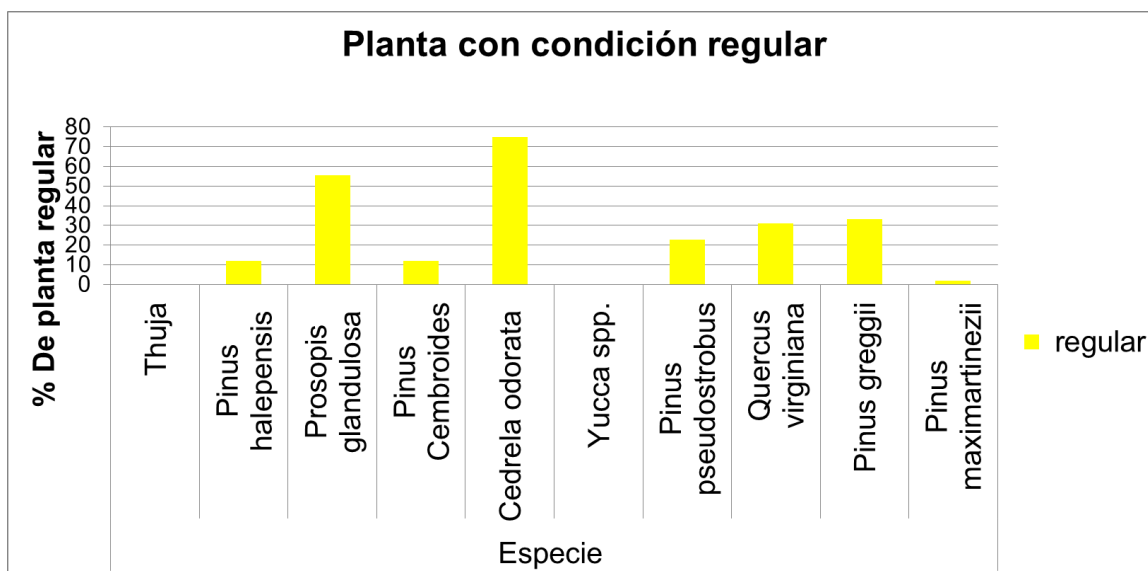
Cuadro 5. Prueba de Duncan para la condición regular.

Condición	Tratamiento	N	Media	Agrupación Duncan*
Regular	<i>Cedrela odorata</i>	6	63.9	A
	<i>Quercus virginiana</i>	6	31.5	B
	<i>Pinus greggii</i>	6	25.0	B
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	6	24.0	B
	<i>Pinus Cembroides</i>	6	17.3	B
	<i>Pinus halepensis</i>	6	13.9	B
	<i>Pinus maximartinezii</i>	6	1.4	B
	<i>Yucca spp.</i>	4	1.0	B

*Los valores agrupados por la misma letra no son significativamente diferentes entre sí.

En la Gráfica 3 se presenta el porcentaje de las diferentes especies con planta en condición regular, en la cual *Cedrela odorata* sobresale con el 75% de planta regular. En segundo lugar se encuentra *Prosopis glandulosa* con el 55.56%. En un tercer grupo se encuentra *Pinus greggii* con un 33.33%, *Quercus virginiana* con 31.11% y *Pinus Pseudostrobus* con el 22.67% de la planta en condición regular. *Pinus cembroides* con el 11.97 y *Pinus halepensis* con un 11.81% se encuentran en la cuarta posición de planta con estado regular. La especie con menor porcentaje de planta en condición regular fue *Pinus maximartinezii* con el 1.72% de planta en condición regular.

Para considerar a una planta en condición regular se evaluó condición del tallo, que al menos tuviera follaje vivo, y el nivel de daño por plagas y enfermedades que presentara.



Gráfica 3. Porcentaje de las diferentes especies con planta en condición regular.

La especie *Cedrela odorata* se caracteriza por tener un tronco recto y robusto, corteza externa fisurada con costillas escamosas. La especie es altamente demandante de luz, moderadamente resistente a heladas, resistente a sequias y daño por termitas, lo cual favoreció a que hubiera un cierto porcentaje de planta sana, sin embargo el 75% de la planta se encontró en condición regular ya que la planta es muy susceptible a daños por parásitos, insectos y al ataque por

Hypsipyla grandella, que ataca la yema principal y deforma los fustes (Mateo *et al*, 2011) , además de que la planta puede sufrir daños mecánicos causados por el deshierbado. *Prosopis glandulosa* es la segunda especie con mayor porcentaje de planta regular esto pudo ser a lo susceptible que es al daño por roedores, daño por termitas, daño por insectos. *Tetranychus pasificus*, daña las hojas y puede defoliar la planta completamente; *Algarobius prosopis* gusano minador de vainas que destruye las semillas (Colomo, 2009).

4.4 Plantas con condición de salud mala

El Cuadro 6 presenta la prueba de Duncan para la condición mala en la cual destaca el tratamiento de *Pinus maximartinezii* en la agrupación A obteniendo la media más alta a comparación de los otros tratamientos. El tratamiento de *Yucca spp.* se encontró en la agrupación C debido a que obtuvo una media de 0 ya que no se encontró ninguna planta en esta condición, los otros tratamientos se observan agrupados ya que no que no existe mucha diferencia entre las medias.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para la condición mala.

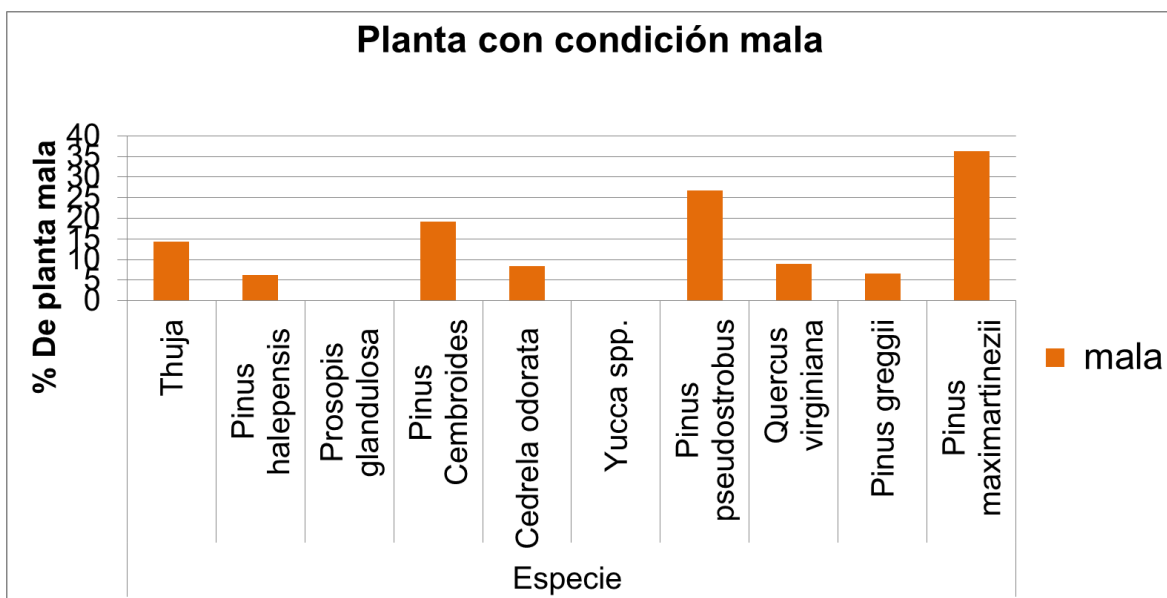
Condición	Tratamiento	N	Media	Agrupación Duncan*
Mala	<i>Pinus maximartinezii</i>	6	37.6	A
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	6	27.3	AB
	<i>Cedrela odorata</i>	6	25.0	ABC
	<i>Pinus Cembroides</i>	6	21.9	ABC
	<i>Quercus virginiana</i>	6	7.0	BC
	<i>Pinus halepensis</i>	6	6.6	BC
	<i>Pinus greggii</i>	6	4.2	BC
	<i>Yucca spp.</i>	4	0.0	C

*Los valores agrupados por la misma letra no son significativamente diferentes entre sí.

En la Gráfica 4, se presentan las diferentes especies evaluadas con planta en condición mala, en la cual *Pinus maximartinezii* se encuentra en primer lugar con

36.21% de planta en mala condición, en segundo lugar se encuentra *Pinus pseudostrobus* con el 26.67%, *Pinus cembroides* con 19.23% y *Thuja* la cual tiene un 14.29% de planta mala. El tercer grupo lo conforma *Quercus virginiana* con el 8.89%, *Cedrela odorata* con un porcentaje de 8.33% y *Pinus greggii* con el 6.67% de planta en condición mala. La especie con el porcentaje más bajo de planta mala se encontró a *Pinus halepensis* la cual obtuvo un porcentaje de 6.30%.

La planta considerada mala fue aquella, que tenía ciertos daños en la estructura del follaje y la condición del tallo se encontraba en malas condiciones, además de que algunas plántulas contaban con alguna plaga o enfermedad.



Gráfica 4. Porcentaje de las diferentes especies con planta en condición mala.

Pinus maximartinezii es una especie de corteza gruesa y suave, con ramillas delgadas. El cual se distribuye actualmente en México-Zacatecas-Juchipila. Dicha especie ha sobresalido en la prueba de Duncan realizada para este estudio y gráficamente en la condición de planta mala en el invernadero de la UAAAN, de acuerdo a (CONABIO,s/f) esto pudo ser provocado debido a que al realizar las colectas de semillas se realizó en las mismas partes de la población, lo cual aumento los efectos de la subestructuración poblacional y minimizo el número de

genotipos colectados lo cual provoco la endogamia y esta trajo consecuencia de reducción de vigor y fertilidad de las especies así como disminución de supervivencia y de reproducción de plántulas. La especie encontrada en la segunda posición con planta en condición mala fue *Pinus pseudostrobus* esta especie se reporta como originaria de México, se encuentra en la mayoría de estados de la republica mexicana y entre ellos Coahuila. Las prácticas de vivero o invernadero que deben realizarse para tener una planta en buenas condiciones son: antes de sembrar las semillas debe ser desinfectada, los tipos de embase más apropiados son latas alcoholeras, frascos de vidrio o de plástico bien sellados (Sáenz *et al*, 2011). En cuanto a la semilla almacenada deben ser analizadas en cuanto el contenido de humedad, germinación y viabilidad por lo menos cada 12 meses.

Previo a la siembra en almácigos, 24 horas antes se recomienda dar un riego con 4L de agua/m² de almacigo y se debe repetir la misma cantidad antes de la siembra, también se recomienda que la densidad de siembra no sea alta para evitar riesgo de enfermedad como el mal de los semilleros. Para prevenir riesgos de enfermedades fungosas, nematodos, eliminar insectos del suelo y semillas de malas hierbas, se debe desinfectar el sustrato que será empleado para almácigos (Sáenz *et al*, 2011) esta es una serie de recomendaciones las cuales en el vivero UAAAN no se siguen y por tal motivo la planta se encuentra en esta condición.

4.5 Plantas en condición muerta

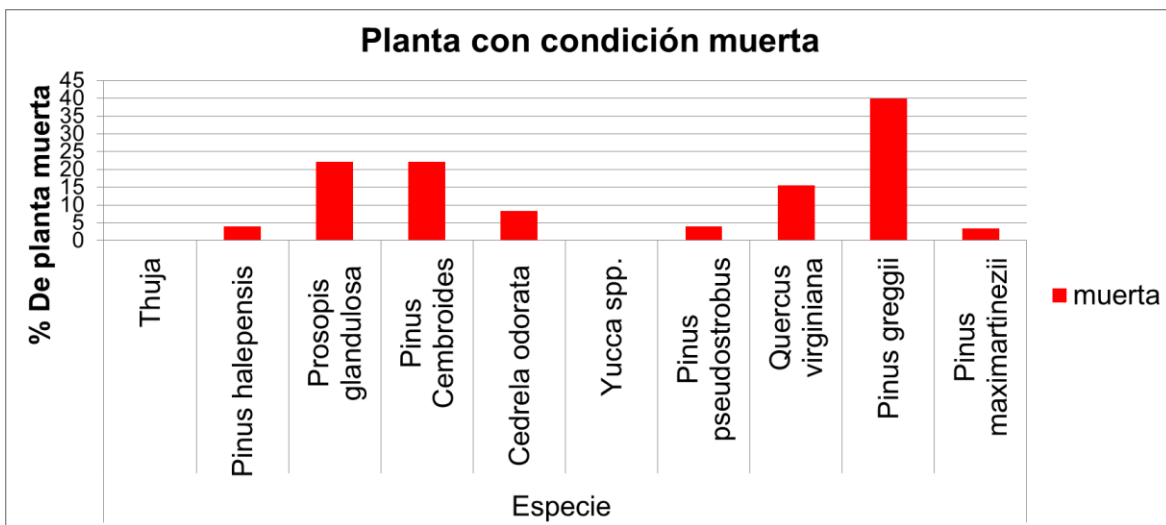
En el cuadro 7, se muestra la prueba de Duncan de la planta muerta en la cual la media del tratamiento de *Pinus greggii* fue la más alta y se encontró en la agrupación A. la segunda media más alta fue la del tratamiento *Pinus Cembroides* la cual correspondió a la agrupación B. El tratamiento de *Yucca spp.* se encontró en la agrupación C ya que no hubo ninguna plántula de esta especie en la condición muerta. Los otros tratamientos fueron integrados la agrupación B con la agrupación C ya que las medias no eran muy variables.

Cuadro 7. Prueba de Duncan para la condición muerta.

Condición	Tratamiento	N	Media	Agrupación Duncan*
Muerta	<i>Pinus greggii</i>	6	51.4	A
	<i>Pinus Cembroides</i>	6	23.3	B
	<i>Quercus virginiana</i>	6	18.9	BC
	<i>Cedrela odorata</i>	6	5.6	BC
	<i>Pinus halepensis</i>	6	4.3	BC
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	6	4.2	BC
	<i>Pinus maximartinezii</i>	6	2.8	BC
	<i>Yucca spp.</i>	4	0.0	C

*Los valores agrupados por la misma letra no son significativamente diferentes entre sí.

La gráfica 5 muestra la mortalidad de planta que hubo en cada especie evaluada, como se puede observar *Pinus greggii* muestra la mayor mortalidad de plántula con un porcentaje de 40%, el segundo grupo lo obtuvieron *Pinus cembroides* y *Prosopis glandulosa* ya que ambos contaron con 22.22% de planta muerta. *Quercus virginiana* se colocó en tercer lugar ya que obtuvo un porcentaje de 15.56%. En la cuarta posición se observa a *Cedrela odorata*, ya que conto con una mortalidad de 8.33%. En el quinto lugar se obtuvo a *Pinus pseudostrobus* con 4% de planta muerta. Los porcentajes más bajos de mortalidad de planta lo obtuvieron *Pinus halepensis* con 3.94% y *Pinus maximartinezii* con 3.45% de planta muerta.



Gráfica 5. Porcentaje de las diferentes especies con planta en condición muerta.

En el invernadero de la UAAAN en la mayoría de las especies se presentó cierto porcentaje de mortalidad de plántula, sin embargo una de las especies más afectadas fue *Pinus greggii* con una agrupación A de la prueba de Duncan efectuada para esta condición y gráficamente con un porcentaje de 40% de mortalidad de la plántula evaluada, esto pudo deberse a la presencia del hongo *Penicillium* ya que es un hongo el cual se manifiesta en la germinación de la plántula de dicha especie (Patiño *et al*, 1983). *Pinus cembroides* y *Prosopis glandulosa* también se encontraron entre las especies con mayor mortalidad de planta, esto pudo deberse a que *Pinus cembroides* es muy sensible a la contaminación ambiental, también un sustrato con escasa humedad propicia la separación del cepellón, lo cual provoca en la plántula un posible estrés y finalmente la muerte (Sandoval *et al*, 2000).

4.6 Condición del tallo de las especies del invernadero

Los resultados reportados en el Cuadro 8, indican la condición del tallo de cada especie evaluada, en el cual *Yucca spp.* Es la especie que presenta mejor calidad puesto que este permanece recto y limpio el 100%. La segunda especie con mejor calidad de fuste fue *Pinus maximartinezii* la cual alcanzó un porcentaje de 91.38% de planta con tallo recto y limpio. Las especies más afectadas fueron *Prosopis glandulosa* con el 55.56% de su tallo quebrado o acamado, *Cedrela odorata* con el 50% de su tallo doblado y sin vigor, *Pinus greggii* con el 46.67% de planta con tallo quebrado o acamado y *Pinus pseudostrobus* con el 38% de su tallo doblado y sin vigor.

Cuadro 8. Condición del tallo de las especies evaluadas en el invernadero forestal de la UAAAN expresada en porcentaje.

Especie	Condición del tallo		
	recto y limpio(0)	Doblado y sin vigor (1)	quebrado o acamado (2)
<i>Thuja</i>	85.71	0.00	14.29
<i>Pinus halepensis</i>	87.40	3.15	9.45
<i>Prosopis glandulosa</i>	44.44	0.00	55.56
<i>Pinus Cembroides</i>	49.15	34.62	16.24
<i>Cedrela odorata</i>	41.67	50.00	8.33
<i>Yucca spp.</i>	100.00	0.00	0.00
<i>Pinus pseudostrobus</i>	60.00	38.67	1.33
<i>Quercus virginiana</i>	53.33	31.11	15.56
<i>Pinus greggii</i>	53.33	0.00	46.67
<i>Pinus maximartinezii</i>	91.38	5.17	3.45

Como se puede observar en el cuadro 8, *Yucca spp.* Es la especie con mejor condición de tallo ya que este se encontró recto y vigoroso lo cual pudo contribuir una fertilización apropiada que ayuda a que la planta tenga mayor vigorosidad. La especie con mayor porcentaje de plántula con tallo doblado y sin vigor fue *Cedrela odorata* y la que presento mayor porcentaje con tallo quebrado o acamado fue *Prosopis glandulosa* lo cual se dio por presencia de malas hierbas ya que estas afectan el crecimiento, la calidad, vigor y posibilidad de supervivencia de la planta. Sánchez y Murillo (2004) realizaron un estudio en el cual desarrollaron un método para controlar la calidad de producción de plántula en viveros, donde se evaluó la presencia de malas hierbas. En dicho estudio se pudo observar que la presencia de estas influye en la calidad, vigor y posibilidades de sobrevivencia de las plántulas.

4.7 Estructura del follaje de las especies del invernadero

Los resultados reportados en el Cuadro 9, muestran la estructura del follaje de las diferentes especies evaluadas en el presente estudio, en el cual se puede observar a *Yucca spp.* Con la mejor estructura del follaje ya que de acuerdo a la evaluación obtuvo el 100% de su follaje verde y vigoroso. El segundo grupo de especies con mejor estructura de follaje son *Thuja* con el 85.71 %, *Pinus halepensis* con 79.53%, *Pinus maximartinezii* con 58.62% y *Quercus virginiana* con el 51.11% de follaje verde y vigoroso. La especie con follaje clorótico y escaso que mayor porcentaje obtuvo fue *Cedrela odorata* con el 50%. La especie con mayor daños de punta marchita fue *Prosopis glandulosa* con el 33.33%. Las especies que presentaron mayor porcentaje con mitad del follaje muerto fueron *Pinus pseudostrobus* y *Pinus greggii* ambas con el 40%. Y por último, la especie con mayor mortalidad de follaje fue *Pinus greggii* con el 40 %.

Cuadro 9. Estructura del follaje de las especies evaluadas en el invernadero forestal de la UAAAN expresada en porcentaje.

Especie	Estructura del follaje				
	verde y vigoroso(0)	clorotico y escaso(1)	punta marchita(2)	mitad del follaje muerto(3)	muerta (4)
<i>Thuja</i>	85.71	0.00	0.00	14.29	0.00
<i>Pinus halepensis</i>	79.53	11.02	2.36	3.15	3.94
<i>Prosopis glandulosa</i>	44.44	0.00	33.33	0.00	22.22
<i>Pinus Cembroides</i>	47.86	6.84	3.85	19.23	22.22
<i>Cedrela odorata</i>	25.00	50.00	8.33	8.33	8.33
<i>Yucca spp.</i>	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pinus pseudostrobus</i>	49.33	6.67	0.00	40.00	4.00
<i>Quercus virginiana</i>	51.11	26.67	4.44	2.22	15.56
<i>Pinus greggii</i>	13.33	6.67	0.00	40.00	40.00
<i>Pinus maximartinezii</i>	58.62	6.90	0.00	31.03	3.45

La especie que obtuvo mejor estructura de follaje fue *Yucca spp.* ya que probablemente fue la que respondió mejor al manejo con fertilizante lo cual produjo plantas más vigorosas, con mayor área foliar y son menos susceptibles a daños por plagas. Howeler (1986-2001) y Cadavid (1987-1997) citados por Ospina *et al* (2015) indican en su proyecto de tecnologías modernas para la producción de yucca que la fertilización de este cultivo no solo aumenta su rendimiento sino que también produce plantas más vigorosas y con más área foliar. También se debió a la buena calidad de las semillas pues con semillas de calidad se asegura una planta verde, vigorosa y de mejor formación. La especie que destaco con alto porcentaje de follaje clorótico y escaso fue *Cedrela odorata*, esta clorosis se debe a la deficiencia de varios nutrientes minerales incluyendo nitrógeno, fierro, magnesio y azufre. En alguno casos se presentó un color moteado entre las nervaduras y clorosis en las hojas lo cual puedo corresponder a la falta de fosforo (P). La mortalidad de la mitad del follaje o de la plántula puede ser debida al uso de riego inadecuada ya que puede crear problemas en los contenedores. La falta de agua puede causar amarillez, enanismo, y mortalidad. Por otro lado el exceso de agua priva la buena aireación del suelo, causando mortalidad de las raíces y aumentando la vulnerabilidad de las plántulas a hongos y nematodos, la aplicación de riego muy tarde o en la noche aumenta la incidencia de hongos en el follaje.

4.8 Factores de deterioro relacionados con el mal estado de salud de las plantas en el invernadero

En el Cuadro 10 se muestra el nivel de daño que provocaron los factores de deterioro de plagas y enfermedades a las plantas del invernadero forestal, donde se puede apreciar que en ninguna de las especies evaluadas se encontraron daños por defoliadores ni pulgón. En la especie donde fue poco visible el daño en yema apical fue en *Prosopis glandulosa* con un porcentaje de 22. 22% de visibilidad. Y con un porcentaje muy bajo pero con alta visibilidad de daño en la yema apical fue en *Pinus halepensis* con el 0.79%. Mosquita blanca (*Trialeurodes*

vaporariiorum) también se hizo presente con poca visibilidad en algunas de las especies evaluadas como fueron *Prosopis glandulosa* con el 22.22%, *Quercus virginiana* y *Pinus greggii* con el 17.78%. En *Pinus halepensis* también se presentó con muy bajo porcentaje pero con alta visibilidad. Otro factor de deterioro presente fue Damping-off con alta visibilidad en *Pinus halepensis* con el 2.36%. Las manchas en las acículas fue un factor más que presento poca visibilidad pero el 100% de plántula de *Prosopis glandulosa* encontró en dicho factor.

Cuadro 10. Nivel de daño provocado por los factores de deterioro (plagas y enfermedades) en las plantas del invernadero forestal.

Escala de visibilidad	Especie	Problemas de salud					
		Defoliadores	Yema apical	Mosquita blanca	Pulgon	Damping-off	Manchas en acículas
No visibles (0)	<i>Thuja</i>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	85.71
	<i>Pinus halepensis</i>	100.00	98.43	97.64	100.00	97.64	82.68
	<i>Prosopis glandulosa</i>	100.00	77.78	77.78	100.00	100.00	0.00
	<i>Pinus Cembroides</i>	100.00	99.57	100.00	100.00	100.00	78.21
	<i>Cedrela odorata</i>	100.00	91.67	100.00	100.00	100.00	83.33
	<i>Yucca spp.</i>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	64.00
	<i>Quercus virginiana</i>	100.00	91.11	82.22	100.00	100.00	82.22
	<i>Pinus greggii</i>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<i>Pinus maximartinezii</i>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Poco visibles (1)	<i>Thuja</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.29
	<i>Pinus halepensis</i>	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	6.30
	<i>Prosopis glandulosa</i>	0.00	22.22	22.22	0.00	0.00	100.00
	<i>Pinus Cembroides</i>	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	6.41
	<i>Cedrela odorata</i>	0.00	8.33	0.00	0.00	0.00	16.67
	<i>Yucca spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00
	<i>Quercus virginiana</i>	0.00	8.89	17.78	0.00	0.00	13.33
	<i>Pinus greggii</i>	0.00	8.89	17.78	0.00	0.00	13.33
<i>Pinus maximartinezii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Muy visibles (2)	<i>Thuja</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Pinus halepensis</i>	0.00	0.79	2.36	0.00	2.36	11.02
	<i>Prosopis glandulosa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Pinus Cembroides</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.38
	<i>Cedrela odorata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Yucca spp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00
	<i>Quercus virginiana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.44
	<i>Pinus greggii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pinus maximartinezii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

En el Cuadro 10 se puede observar los factores bióticos que afectaron la condición de salud de la planta. El daño en la yema apical fue uno de los factores de deterioro presentes en la planta del invernadero, el tipo de daño más frecuente es el corte de la yema apical causado por ataque de hormiga (*Formicidea*), *Contarinia spp.* y daños mecánicos. En relación a este punto Altunar (2008), elaboró un trabajo de investigación en el invernadero forestal de la UAAAN en el cual encontró que la causa principal del daño observado en la yemas de plántulas de *Pinus cembroides* se debió precisamente al insecto *Contarinia spp.* Otro problema de salud presente fue mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) ésta presentó incidencia en ciertas especies, pero la más afectada fue *Prosopis glandulosa*; la mosquita blanca en estado adulto y ninfa causa daño directo cuando se alimenta chupando la savia del floema, lo cual reduce el vigor de la planta, la calidad y disminuye la producción, otro de los daños directos que puede causar la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) es la dificultad de la fotosíntesis y respiración de la planta. El damping-off también se presentó con poco porcentaje, se pudo observar solo en la especie de *Pinus halepensis* el motivo por que no se observó en las otras especies es porque ya estaban en una etapa de crecimiento en la que no eran vulnerables. El tipo de damping-off que se presentó en esta especie fue el post emergente ya que se pudo observar tejido en pudrición, la cual es una de las características principales de esta enfermedad. El estudio fitosanitario realizado en el invernadero y vivero de la UAAAN por Gutiérrez (2005) no encontró en los lotes de producción de plantas de proyectos de investigación damping-off debido a que en esa fase de crecimiento no eran susceptibles a esta enfermedad, sin embargo en los lotes de producción de plantas que se producían para CONAFOR, se encontraron fuertes daños ya que las plantas en ese momento se encontraban susceptibles a esta enfermedad. Las manchas en las acículas fue otro factor de deterioro que se pudo observar en este estudio, lo cual se debió a *Lophodermium pinastri*.

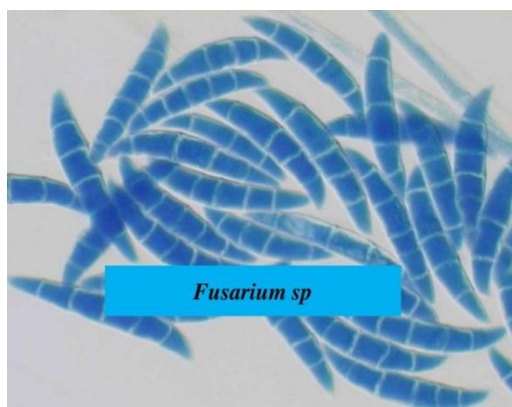
Otro factor que se considera de gran importancia que pudo estar relacionado con la posible desviación de resultados fue el sistema de muestreo en Zig-Zag, debido

a la distribución poco uniforme de las charolas en las platabandas, las cavidades vacías de las charolas, y el número de plantas de cada especie, no se obtuvo un tamaño de muestra equitativo entre las especies. Lo cual pudo haber afectado ya que se evaluaron más plantas de una especie que de otras.

4.9 Plagas y enfermedades presentes en el invernadero

➤ **Damping off causado por *Fusarium***

Damping off causado por *Fusarium* se pudo observar en *Pinus halepensis* con el 2.36% de visibilidad. Este hongo es el más común y dañino de los viveros e invernaderos. Los síntomas que presenta esta enfermedad son pudrición en sus raíces afectadas de la periferia hacia el cuello, pudrición del hipocótilo de la plántula al ras del sustrato. Causa muerte descendente de las plántulas, yema y acículas inmediatas (Prieto *et al*, 2009).



Ilustracion 6. *Fusarium sp.*



Ilustracion 7. Planta afectada por *Fusarium sp.*

➤ ***Contarinia sp.* (Díptera-Cecydomidae)**

Los daños presentados en la yema apical de la planta evaluada fueron visibles en varias de las especies evaluadas. La plaga que se pudo observar que estaba perjudicando la yema de la plántula fue *Contarinia sp.* (Díptera-Cecydomidae). La hembra de esta plaga oviposita en plantas jóvenes, sobre las yemas más

sobresalientes de las plantas, al poco tiempo emerge la larva y comienza a perforar la yema para alimentarse de ella, hasta que causa la muerte. Altunar (20008) realizo un estudio en el invernadero forestal de la UAAAN en el cual pudo observar la presencia de esta plaga, ocasionando severos daños a la producción de plantas de *Pinus cembroides* al frenar su desarrollo y mal formar planta.



Ilustración 8. *Contarinia* sp. (Díptera-Cecydomidae).

➤ **Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)**

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) fue otra de las plagas que se pudo observar en al invernadero forestal, uno de los daños causado por esta plaga es la extracción de nutrientes a través del envés de las hojas debilitando la planta. También provoca secreción de mielecilla favoreciendo el hongo fumagina, lo que interviene en la fotosíntesis, reduciendo el vigor de la planta. Y es transmisora de enfermedades de tipo viral, provocando cierta debilidad en las plantas y esto puede ocasionar desde daños ligeros hasta pérdida total del cultivo. Esta plaga es común en viveros e invernaderos, pero no se ha encontrado ningún estudio en el cual mencione que ocasione daños a plántulas de genero *Pinus*.



Ilustración 9. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

➤ ***Cuscuta (Convolvulaceae)***

En este estudio también se observó a *Cuscuta*, es una planta parásita, que se caracteriza por ser filamentosa, formada por hilos largos, de color amarillo o verde, las hojas son reducidas, y con semillas de tamaño pequeño. Las semillas de esta planta se depositan en el suelo y al germinar forman la raíz y una parte aérea, así puede permanecer por semanas, hasta que entran en contacto con un hospedante, entonces los zarcillos se fijan a él por medio de haustorios que se penetran al tejido del hospedante; en el cual se forman tumoraciones con yemas de crecimiento, donde se desarrollan los nuevos zarcillos; una vez que la planta se establece en el hospedante, la raíz se muere y toda la *Cuscuta* queda adherida a él. Desde la planta afectada se forman zarcillos que alcanzan a otras plantas y de esa forma se incrementa la infección; al reducirse el vigor general de la planta, la *Cuscuta* puede matar partes de la planta o matarla completamente (Cibrián *et al*, 2008).



Ilustración 10. *Cuscuta (Convolvulaceae)*.

➤ **Tizón de las acículas de pino (*Lophodermium pinastri*)**

El tizon de las acículas también se presentó en algunas de las especies evaluadas en este estudio. *Lophodermium pinastri* puede iniciar su infección en las acículas verdes, también produce defoliación de las acículas de más de dos años que

frecuentemente están situadas en las ramas inferiores. Los síntomas se empiezan a mostrar con una clorosis en el tejido vegetal, en donde se distinguen puntos de color amarillento que asoman en la superficie del tejido. Estos puntos se van tornando a un color marrón con el paso del tiempo, durante el cual comienza la necrosis del área afectada que es donde se formarán los cuerpos fructíferos del hongo. Las manchas de color marrón se extienden sobre las acículas, dándole al tejido una consistencia dura, fenómeno que produce disminución de fotosíntesis, absorción y muerte.

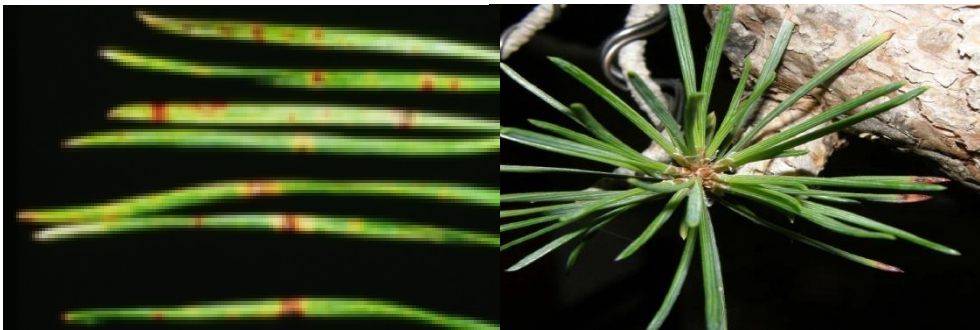


Ilustración 11. *Lophodermium pinastri*.

➤ **Hormiga arriera *Atta spp.* (*Hymenoptera: formicidae*)**

Las hormigas arrieras pertenecen al orden *Hymenoptera*, son de gran importancia en los viveros e invernaderos. Son insectos sociales, que presentan castas de reproductores y obreras; los reproductores alados miden de 13 a 17 milímetros de longitud; las obreras se diferencian en tres castas: las obreras grandes, generalmente son los soldados y pueden presentar mandíbulas bien desarrolladas, cuidan el nido de otras hormigas y orientan el “tráfico” de las obreras forrajeras dentro del nido; las obreras de tamaño medio son las forrajeras de alimento y, por último, las obreras más pequeñas cuidan las crías.

En la construcción del nido consumen mucho tiempo y energía; después del vuelo nupcial, la casta de reproductores se desprenden de sus alas, la reina busca un

sitio en el suelo, donde realiza una perforación y desciende unos 20 ó 30 centímetros, construye una cámara aproximadamente de 6 centímetros de diámetro donde siembra el hongo *Leucocoprinus gongylophora*, que transporta en una cavidad que tiene en el esófago. A los pocos días, el hongo se ha desarrollado en todas direcciones y la reina pone los primeros tres o seis huevecillos, al cabo de unas dos semanas habrá puesto unos 20 huevos. Al finalizar el primer mes, la colonia estará constituida de huevecillos, larvas y pupas prácticamente cubiertos por el hongo. Los primeros adultos emergerán después de unos 40 a 60 días. Las hormigas obreras recolectoras, salen de sus nidos y en filas se dirigen hacia los árboles, suben por el tallo y ramas hasta la copa, y con sus mandíbulas cortan y transportan porciones circulares de hojas que introducen en el nido, sobre ese follaje se desarrolla el hongo del cual se alimenta toda la colonia (Cibrián *et al*, 2008).



Ilustración 12. Hormiga arriera *Atta spp.*

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se llega a las conclusiones siguientes:

1. De acuerdo a los análisis de varianza y prueba de Duncan las especies que presentaron la mejor condición de salud fueron *Yucca spp.* con 100% de plántulas muestreadas saludables. La segunda especie con mejor condición de salud fue *Thuja* con el 85.71% de planta en condición de salud muy sana.
2. Contrariamente las especies que resultaron tener la menor condición de salud fueron *Pinus greggii* con un porcentaje de mortalidad del 40%. Y *Pinus cembroides* con el 22.22% de mortalidad, lo mismo que *Prosopis glandulosa*.
3. Los factores de deterioro que afectan la calidad de salud fueron los daños en la yema apical causados por hormiga (*Formicidea*), *Contarinia spp.* y algunos daños mecánicos. Otro de los factores presentes fue damping-off post emergente ya que se pudo observar la pudrición de los tejidos de la especie infestada. Y las manchas en las acículas fue el otro de los factores de deterioro de plagas y enfermedades encontrados en el invernadero forestal de la UAAAN.
4. Las plantas del invernadero forestal de la UAAAN en general se encuentran expuestas a diversos factores de riesgo que ponen en alto grado la vulnerabilidad las especies cultivadas. Entre otros podemos señalar la falta de disponibilidad de agua, exceso de personal que ingresa al invernadero sin ninguna medida de prevención, no se observa una reglamentación que se aplique realmente, la planta no es sacada a tiempo del invernadero, no

se lleva un control para sacar las plantas infestadas, falta de mantenimiento en las instalaciones. No se cubre cabalmente con un plan de trabajo, hay mucho reciclaje de material como sustratos, envases que no son bien esterilizados.

VI. LITERATURA CITADA

- Almodóvar., W. 2005. Manejo integrado de enfermedades en vivero de árboles en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez. Pp 16.
- Alomar., O., J. Adillon., E. Bordas., C. Castañe., R. Gabarra., R. Albajes.1989. Prácticas culturales de control integrado en invernaderos. Pp 28.
- Altunar R., N. 2008. Daños causados por el barrenador de yemas *Contarinia sp.* en plántulas de *Pinus cembroides* Zucc, bajo condiciones de invernadero en la U.A.A.A.N. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp 49.
- Boa., E. 2008. Guía ilustrada sobre el estado de salud de los árboles. Villeda A. San Salvador ed. Pp 57.
- Cibrián T., D., S. García D., B. Don Juan M. 2008. Manual identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales. Arango C. Pp 144.
- Colomo R., R. 2009. Características del Mezquite y su uso en la ganadería y rehabilitación de pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp 50.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).2005. Manual práctico para la producción de planta. Impreso en México. Pp 198.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).2010. Prácticas de reforestación. Impreso en México. Pp 66.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). s/f. *Pinus cembroides*. Flora (Jena) 15(2). Pp 3.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). s/f. *Quercus*. Anales de Ciencias Naturales. Pp 4.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). s/f. Pino azul (*Pinus maximartinezii*). Pp 9.

- Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF). 2014. Invernaderos tropicales. Aportes para el fortalecimiento de la competitividad en el modelo de producción agrícola bajo ambiente controlado. Pp 184.
- Estrada P., J. 2012. Preparación y reducción del riesgo en comunidades altiplánicas. Edición Rosse Mery Noda Videa. Pp 84.
- Fernández F., M.M. 2014. Suelo y medio ambiente en invernaderos. 5ª ed. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Pp 138.
- Francescangeli., N., M. Mitidieri. 2006. El invernadero hortícola estructura y manejo de cultivos. Comisión de publicaciones de la EEA San Pedro. 2da. ed. Pp.63.
- Funk D.,T., A .Limstrom G. 1974. Tall yellow-poplar seedlings still three years ahead of others. Tree Planters' Notes, 25: 8-9.
- Gassó B., F., S. Solomando V. 2011. Estructura e instalaciones de un invernadero. Universidad politécnica de Catalunya. Pp 115.
- Gutiérrez V., B., N. 2005. Evaluación del estado fitosanitario en el invernadero y el vivero forestal de la U.A.A.A.N. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp 54.
- Hernández S., R., Fernández C., P. Baptista L. 2006. Metodología de la investigación. 4ª ed. Pp 182.
- Instituto Nacional de la Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). 2005. Producción en ambientes protegidos y/o controlados. Pp 6.
- Jiménez P., F., P.1993. Viveros forestales para producción de planta a pie de repoblación. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Pp 36.
- Juárez L., P., R. Bugarín M., R. Castro B., A.L. Sánchez M., E. Cruz C., C.R. Juárez R., G. Alejo S., R. Balois M. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Revista fuente. Pp 7.
- Kasten D.,R., J.Douglass F., K. Wilkinson. s/f. Planificación y registros. Producción de plantas en viveros forestales. Pp 128-130.

- Landis T., D.1989. Planeación, establecimiento y manejo del vivero. Capítulo 3 Diseño del vivero e instalaciones para el cultivo. Pp 52.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. 2005. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Pp 46.
- Mateo S., J., J., R. Bonifacio V., S.R. Pérez R., J. Capulín G., L. Mohedano C., 2011. Producción de (*cedrela odorata* L.) en aserrín crudo con diferentes dosis de fertilización, en Tecpan de Galeana, Guerrero. Ra Ximhai Vol.7. Pp 11.
- Miserendino., E., R. Astorquizaga. 2014. Invernaderos: aspectos básicos sobre estructura, construcción y condiciones ambientales.Agricultura. Pp 98-100.
- Montero I.,J. 2012. Desarrollo de estructuras para invernaderos. Cuadernos de estudio agroalimentarios. ISSN 2173-7568. Pp 45-70.
- Morales M., A., S. Payán O. 2010. Agricultura protegida invernaderos. Comité Editorial del CEMEXI. Pp 2.
- Mostacedo., B. 2000. Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Bolivia. Pp 92.
- Muños F., H., J., J.T. Sáenz R., A. Rueda S. 2011. Especies promisorias de clima tropical para plantaciones forestales comerciales en Michoacán. Libro técnico No. 11. Pp 227.
- Ojeda., J. 2009. Importancia de los invernaderos en Bariloche y alrededores. Pp 15-17.
- Orozco G., G., J. Muños F., A. Rueda S., J.A. Sígala R., J. A. Prieto R., y J.J. García M. 2010. Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros forestales del estado de colima. Revista Mexicana Ciencias Forestales.Pp:12.
- Ortega M.,L.D. 2014. Evaluación de la tecnología de invernaderos, plaguicidas y sistemas de producción de tomate. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Pp 176.

- Ospina., B., H. Caballos. 2015. Tecnologías modernas para la producción de *Yucca*. Palmira Colombia. Pp 149.
- Perales A., A., L. Perdigones J., J. Montero I., A. Antón. 2003. El control de la condensación en invernaderos. Horticultura. Pp.14-19.
- Pihán S., R., C. Marín M. 2000. Producción de hortalizas de frutos bajo plástico. Centro Regional de Investigación Cuarillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INTA), Ministerio de Agricultura. Pp 44.
- Prieto J., A., y M. Alarcón B. 1998. Producción de planta forestal. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP-SAGAR. Durango, Dgo., México. Folleto Técnico número 10. 19 p.
- Quiroz M., I., E. García R., M. González O., P. Chung G., H.Soto G. 2009. Vivero forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta. Centro Tecnológico de la Planta Forestal. Pp 128.
- Rivera H., A., A. 1998. Plantas ornamentales, cuidados y manejo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp 86.
- Rodríguez L., R. 2010. Manual de prácticas de viveros forestales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pp 52.
- Rodríguez., C., L. Cerda., H. Peredo. 1980. Detección de insectos causantes de daños en viveros de *Pinus Radiata* de la décima región. Vol 3. Pp 4.
- Sáenz, R. J. T., Villaseñor R. F. J., Muñoz F. H. J., Rueda S. A. y Prieto R. J. A. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. Pp 48.
- Sáenz, R. J. T., Villaseñor R. F. J., Muñoz F. H. J., Rueda S. A. y Prieto R. J. A. 2011. Especies promisoras de clima templado para plantaciones forestales comerciales en Michoacán. Libro técnico No.10. Pp 236.

- Sánchez H., M.,E., A. Traperos C. s/f. Etiología y control de enfermedades de plántulas en viveros forestales andaluces. Universidad de Córdoba. Pp 11.
- Sánchez., S., O. Murillo. 2004. Desarrollo de un método para controlar la calidad de producción de plántulas en viveros forestales: estudio de caso con ciprés (*cupressus lusitanica*). Agronomía Costarricense 28(2). Pp 95-106.
- Sandoval M., C., V.M. Cetina A., R. Yeaton., L. Mohedano C. 2000. Sustratos y polímeros en la producción de planta de *Pinus cembroides* zucc. bajo condiciones de invernadero. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 6(2). Pp 143-150.
- Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). s/f. Invernaderos rústicos .Pp 12.
- Soldevilla.1995. Marras de origen fúngico (Damping-off) en plantas del género *Pinus* sp. Cultivadas en invernadero. Pp 23.

VII. APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza de las diferentes condiciones de salud de la planta la planta evaluada.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	7	44978.4636	6425.49481	20.35	<.0001
Error	38	11996.1696	315.68867		
Total correcto	45	56974.6332			
	R-cuadrado	Coef. Var	Raíz MSE	meporvig1	Media
	0.789447	64.71242	17.76763	27.45629	

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	7	11027.5228	1575.3604	4.65	0.0008
Error	38	12865.3282	338.56127		
Total correcto	45	23892.851			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Meporvig2	Media
	0.461541	101.3666	18.40003	18.15197	

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	7	16108.78553	2301.25508	4.34	0.0013
Error	38	20135.67881	529.88628		
Total correcto	45	36244.46434			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	meporvig3	Media
	0.444448	99.71349	23.01926	23.0854	

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	7	7102.34049	1014.62007	2.81	0.0183
Error	38	13700.67542	360.54409		
Total correcto	45	20803.01591			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Meporvig4	Media
	0.341409	112.3398	18.988	16.9023	

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	7	12153.45892	1736.20842	6.36	<.0001
Error	38	10367.93687	272.84044		
Total correcto	45	22521.39579			
	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Meporvig5	Media
	0.539641	114.6753	16.51788	14.40404	

Apéndice 2. Prueba de Duncan de las diferentes condiciones de salud de la plántula evaluada.

Condición de salud muy sana

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	38
Error de cuadrado medio	315.6887
Media armónica de tamaño de celdas	5.647059

Número de medias	2	3	4	5	6	7	8
Rango crítico	21.41	22.51	23.22	23.74	24.13	24.45	24.70
Duncan Agrupamiento	Media	N	tratamiento				
	A	100.00	4	<i>Yucca spp.</i>			
	B	58.24	6	<i>Pinus maximartinezii</i>			
	B	53.90	6	<i>Pinus halepensis</i>			
	C	13.89	6	<i>Pinus greggii</i>			
	C	8.61	6	<i>Quercus virginiana</i>			
	C	5.86	6	<i>Pinus Cembroides</i>			
	C	3.33	6	<i>Pinus pseudostrobus</i>			
	C	0.00	6	<i>Cedrela odorata</i>			

Condición de salud sana

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	38
Error de cuadrado medio	338.5613
Media armónica de tamaño de celdas	5.647059

Número de medias	2	3	4	5	6	7	8
Rango crítico	22.17	23.31	24.05	24.59	24.99	25.32	25.58

Duncan Agrupamiento Media N tratamiento

A	41.19	6	<i>Pinus pseudostrobus</i>
A	33.96	6	<i>Quercus virginiana</i>
A	31.60	6	<i>Pinus Cembroides</i>
B A	21.30	6	<i>Pinus halepensis</i>
B	5.56	6	<i>Cedrela odorata</i>
B	5.56	6	<i>Pinus greggii</i>
B	0.00	6	<i>Pinus maximartinezii</i>
B	0.00	4	<i>Yucca spp.</i>

Condición de salud regular

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	38
Error de cuadrado medio	529.8863
Media armónica de tamaño de celdas	5.647059

Número de medias	2	3	4	5	6	7	8
Rango crítico	27.73	29.16	30.09	30.76	31.27	31.67	32.00

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	tratamiento
A	63.89	6	<i>Cedrela odorata</i>
B	31.54	6	<i>Quercus virginiana</i>
B	25.00	6	<i>Pinus greggii</i>
B	23.97	6	<i>Pinus pseudostrobus</i>
B	17.33	6	<i>Pinus Cembroides</i>
B	13.87	6	<i>Pinus halepensis</i>
B	1.39	6	<i>Pinus maximartinezii</i>
B	0.00	4	<i>Yucca spp.</i>

Condición de salud mala

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	38
Error de cuadrado medio	360.5441
Media armónica de tamaño de celdas	5.647059

Número de medias	2	3	4	5	6	7	8
Rango crítico	22.88	24.05	24.82	25.37	25.79	26.12	26.39

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	tratamiento
A	37.59	6	<i>Pinus maximartinezii</i>
B A	27.34	6	<i>Pinus pseudostrobus</i>
B A C	25.00	6	<i>Cedrela odorata</i>
B A C	21.86	6	<i>Pinus cembroides</i>
B C	7.03	6	<i>Quercus virginiana</i>
B C	6.59	6	<i>Pinus halepensis</i>
B C	4.17	6	<i>Pinus greggii</i>
C	0.00	4	<i>Yucca spp.</i>

Condición de salud muerta

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	38
Error de cuadrado medio	272.8404
Media armónica de tamaño de celdas	5.647059

Número de medias	2	3	4	5	6	7	8
Rango crítico	19.90	20.92	21.59	22.07	22.44	22.73	22.96

Duncan Agrupamiento	Media	N	tratamiento
A	51.389	6	<i>Pinus greggii</i>
B	23.338	6	<i>Pinus cembroides</i>
C B	18.868	6	<i>Quercus virginiana</i>
C B	5.556	6	<i>Cedrela odorata</i>
C B	4.336	6	<i>Pinus halepensis</i>
C B	4.167	6	<i>Pinus pseudostrobus</i>
C B	2.778	6	<i>Pinus maximartinezii</i>
C	0.000	4	<i>Yucca spp.</i>