



RED TEMÁTICA EN SALUD FORESTAL:

Línea de investigación:
Plagas en Viveros y Plantaciones Comerciales

Informe 2016:

Estado del arte de la línea de investigación de plagas y enfermedades de importancia en viveros forestales



Coordinador General:
Dr. David Cibrián Tovar

Coordinador de línea:
Biol. José Cibrián Tovar

Texcoco, Edo. de México, Enero de 2017



RED TEMÁTICA EN SALUD FORESTAL

ESTADO DEL ARTE DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE IMPORTANCIA EN VIVEROS FORESTALES

Enero, 2017



CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	4
II.	IMPORTANCIA DE LOS VIVEROS.....	4
III.	IMPORTANCIA DE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS VIVEROS	5
IV.	PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES PRESENTES EN LOS VIVEROS FORESTALES.....	6
V.	IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS VIVEROS FORESTALES	9
VI.	MÉTODOS DE CONTROL UTILIZADOS	9
VII.	TIPOS DE PRODUCTOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS VIVEROS FORESTALES.....	11
VIII.	TIPOS DE SUSTRATOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTA EN VIVEROS FORESTALES.....	15
IX.	COMPENDIO DE LITERATURA DEL ESTADO DEL ARTE SOBRE INVESTIGACIONES DEL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN VIVEROS FORESTALES.....	18



I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la ley general de desarrollo forestal sustentable un vivero forestal es el sitio que cuenta con un conjunto de instalaciones, equipo, herramientas e insumos, en el cual se aplican técnicas apropiadas para la producción de plántulas forestales con talla y calidad, según la especie, para su plantación en un lugar definitivo.

A mitad del siglo pasado ya existían viveros forestales distribuidos en la República Mexicana, para disminuir las áreas deforestadas, provocadas por diversos factores; año con año se siguen produciendo plantas en viveros forestales para apoyar los programas de reforestación en nuestro país.

En la actualidad, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) dispone de 341 viveros forestales, de los cuales 297 corresponden a viveros de organizaciones sociales, gobiernos municipales o estatales; 25 viveros forestales militares y 19 que opera la Comisión. Todos estos viveros proporcionan diferentes cantidades y especies de plantas que son utilizadas para los programas de reforestación y plantaciones forestales comerciales.

En los últimos años la preocupación por la incidencia de plagas y enfermedades en los viveros forestales ha motivado la realización de diferentes acciones encaminadas a su identificación y manejo oportuno, dichas acciones van desde la realización de un diagnóstico a nivel nacional sobre la situación sanitaria de los viveros hasta la elaboración de manuales de identificación de plagas y enfermedades, la información generada se ha difundido a través de talleres y conferencias en todo el país, sin embargo la necesidad de continuar generando y actualizando información que contribuya a la producción de planta sana sigue estando vigente.

Todos estos trabajos han tenido la finalidad de contribuir a mejorar la sobrevivencia de la planta que es utilizada en los programas de reforestación, así como, disminuir los costos de producción de cada planta al limitar la incidencia de plagas y enfermedades.

II. IMPORTANCIA DE LOS VIVEROS

Ante la necesidad actual de restituir la cobertura vegetal desaparecida, a través de programas de reforestación y restauración, especialmente con especies nativas, los viveros han cobrado un papel relevante como depositarios y proveedores de este tipo de plantas, sobre todo ahora que se reconoce su importancia para la conservación de la biodiversidad. Uno de los principales problemas a los que se enfrentan estos programas, es la disponibilidad de material, no sólo en número, sino en calidad y talla. Es muy posible que el éxito de estos esfuerzos de rehabilitación ambiental dependa del buen desempeño en el proceso que involucra desde la recolección de



semilla y siembra, hasta el establecimiento y mantenimiento de las plantas en el sitio. Los viveros actualmente enfrentan una severa situación debido a problemas técnicos, económicos y de organización, que resultan en una deficiente producción de planta en calidad y cantidad.

Los viveros forestales en México producen una total de 112 especies de clima templado/frio y tropical, de ellas se producen 30 especies de coníferas y 82 de latifoliadas y otras. Para acciones de conservación y reforestación en bosque templado/frio, la CONAFOR produce plantas propias del ecosistema, primordialmente coníferas de género *Pinus*, tales como: *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. devoviana*, *P. greggi*, *P. douglasiana*, *P. ayacahuite*, *P. oaxacana*, *P. ocarpa*, *P. patula*, *P. cembroides*, así como latifoliadas, en las que destacan las especies de *Quercus rugosa* y *Q. microphylla*.

En el caso del ecosistema tropical las especies que se producen son: *Tabebuia rosea*, *Cedrela odorata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Swietenia humilis*, *Swietenia macrophylla*, *Gliricidia sepium*, *Ceiba parvifolia*, *Ceiba pentandra*, *Pithecellobium dulce* y *Tabebuia donell smithii*. Para los ecosistemas árido y semiárido Las principales especies con las que se recuperan estas asociaciones vegetales son: *Prosopis laevigata*, *P. glandulosa*, *P. velutina*, *Yucca schidigera*, *Washingtonia robusta*, *Callisatemon citrinus*, *Acacia cyanophylla*, *Salvia appiana*, *Caesalpinia platyloba*, *Guazuma ulmifolia*, *Olneya tesota*, *Lippia verlandieri*, *Dasileyron sp*, *Agave angustifolia*, *A. asperrima* y *A. cupreata*.

III. IMPORTANCIA DE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS VIVEROS

Detectar oportunamente la presencia de plagas y enfermedades es fundamental para disminuir la afectación sobre las plantas y por lo tanto pérdidas tanto en el vivero como en el sitio de transplante. Generalmente no se toma en cuenta que una planta procedente de un vivero puede llegar en mal estado físico con los consiguientes problemas de salud y escaso vigor, por un mal manejo de las plagas o enfermedades del propio vivero o bien por daños debidos al transporte. Sin embargo, esto es la causa de una sobrevivencia baja. También es importante considerar que si el estado fitosanitario de la planta no es el adecuado ésta puede morir, pero más grave aún puede infectar a otras plantas, incluso a las de especies nativas que ahí se encuentren, repercutiendo así en la salud del ecosistema en el que se integre y de las siguientes generaciones de éste.

Los problemas fitosanitarios en la producción de planta forestal son frecuentes y hasta hace algunos años los viveristas no contaban con información detallada sobre la identificación y manejo de plagas y enfermedades, por este motivo la CONAFOR en el 2008 publicó el manual de identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales, con el cual se proporcionó información de importancia sobre el tema de sanidad en viveros forestales. Además de



información impresa la CONAFOR organiza cursos de capacitación para el Manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales, el más reciente de ellos fue en mayo del 2016 en la ciudad de Morelia Michoacán al que asistió personal de 17 gerencias estatales.

Dentro las principales plagas y enfermedades que causan perdidas en los viveros se encuentran los géneros *Fusarium* y *Bradysia*. En el caso de *Fusarium* se han reportado pérdidas superiores el 30% de la producción a causa de este patógeno, es el hongo más común en los viveros y daña desde plántulas hasta planta en desarrollo, además, provoca morbilidad en la planta que no muere, pero que queda afectada y sale del vivero con infecciones en raíces, tallos y puntas, esta planta tendrá menor probabilidad de supervivencia en campo.

IV. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES PRESENTES EN LOS VIVEROS FORESTALES

Desde hace varios años se ha trabajado en la identificación y establecimiento de medidas de control para las diferentes plagas y enfermedades que afectan a los viveros forestales de nuestro país, incluso en años anteriores se realizó un diagnóstico sanitario nacional a partir del cual se generó el manual de identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales, publicado por la Comisión Nacional Forestal, el cual es una herramienta de gran utilidad para los viveristas.

Los daños por plagas y enfermedades en los viveros se pueden dividir en tres grupos, dependiendo de la fase en la que se presenten, por esta razón se pueden presentar en:

- La colecta y almacenamiento de semilla
- En la germinación de planta (plántula)
- En planta en desarrollo

Entre las principales plagas que se presentan en los viveros forestales se pueden mencionar las siguientes:

- Chupadores de sabia
- Defoliadores
- Minadores
- Barrenadores de yemas
- Dañan la raíz
- Otros

Las principales enfermedades presentes en los viveros forestales están relacionadas con hongos patógenos e insectos y en algunos casos nematodos, por la forma en la que se dispersan dichos agentes su control se complica ya que se pueden presentar graves afectaciones en periodos muy cortos de tiempo, pueden estar presentes tanto en los sustratos como en las semillas y su control requiere de una correcta y pronta identificación.

Cuadro 1. Plagas y enfermedades presentes por fase de desarrollo en los viveros forestales

Semillas almacenadas	Plántula	Planta en desarrollo
<i>Curculio</i> sp.	<i>Pythium</i>	Chapulines
Género <i>Rhizopus</i> .	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Estigmene acrea</i>
Género <i>Aspergillus</i>	<i>Fusarium</i>	Gusanos telarañeros y enrolladores de hojas
Género <i>Fusarium</i>	Gusanos cortadores	Gusanos minadores
Género <i>Penicillium</i>		<i>Atta</i> spp. <i>Sarasinula plebeia</i> <i>Tropidosteptes chapingoensis</i>
		Chicharritas
		Mosquitas blancas
		<i>Mastigimas</i> spp.
		Pulgones
		<i>Phylloxera</i> sp.
		<i>Phylloxerina</i> sp.
		<i>Tetranychus</i> spp.
		<i>Phyllophaga</i> spp.
		Crisómelidos defoliadores
		<i>Bradysia</i> spp
		<i>Hypsipyla grandella</i>
		<i>Rhyacionia frustrana</i>
		<i>Oidium</i> sp.
		<i>Fusarium</i>
		<i>Alternaria alternata</i>
		<i>Botrytis cinerea</i>
		<i>Cercospora</i> sp
		<i>Septoria</i>
		<i>Colletotrichum</i>
		<i>Gloeosporium</i>
		<i>Cylindrocladium</i>
		<i>Cylindrosporium</i>
		<i>Phyllachora swieteniae</i>
		<i>Stemphylium</i>
		<i>Cladosporium</i>



	<i>Dothistroma</i> sp.
	<i>Cronartium</i>
	<i>Cytospora</i>
	<i>Meloidogyne</i>

Las plagas y enfermedades mencionadas anteriormente afectan a una o más de las 112 especies de árboles que se producen en los viveros forestales de nuestro país, cada una de ellas causa afectaciones económicas con diferente grado de importancia económica.

Fusarium y *Bradysia* han sido considerados como los agentes que tienen mayor presencia y número de hospederos y de las cuales los viveristas e investigadores han reportado que representan el mayor problema de muerte de plantas y consecuentemente un mayor impacto económico.

En el caso de *Fusarium*, la semilla que se lleva al almácigo o a la siembra directa en contenedor, sin haber recibido tratamiento, puede ser infectada por este patógeno en la testa e incluso puede encontrarse internamente en la semilla. Las plántulas germinan, pero a los pocos días, en la cubierta que aún envuelve el brote de crecimiento y en las pequeñas hojas en formación, se genera un micelio blanco que infecta el nuevo tejido. Este micelio mata la punta, e incluso puede bajar al cuello de la plántula. Los daños ocasionados por el género *Fusarium* se pueden encontrar en la mayoría de viveros forestales sin importar el método de producción o la ubicación geográfica ya que es un género de amplia distribución.

Para el género *Bradysia*, el musgo que se genera en la superficie del suelo y la alta humedad propician el desarrollo de las larvas de este insecto, dichas larvas pueden lesionar la periferia de las raíces con galerías superficiales, o si es una raíz fina la pueden consumir completamente. Las plantas que reciben lesiones pequeñas no mueren, pero quedan debilitadas y su follaje puede tornarse amarillento. La alimentación de la larva causa síntomas de marchitamiento, perdida de vigor, crecimiento reducido y caída de hojas. En su estado adulto el insecto es portador de esporas de hongos patógenos, principalmente los del género *fusarium*, lo que además lo convierte en un vector de enfermedades.

Por lo anterior se puede observar que la asociación de estos agentes da como resultado problemas de importancia en los viveros y debido a su fácil reproducción y propagación ocasionan graves infestaciones, de aquí la importancia de establecer controles sanitarios que disminuyan su propagación e impactos.



V. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS VIVEROS FORESTALES

En México se producen más de 200 millones de plantas anualmente para abastecer los programas de reforestación y Plantaciones Forestales Comerciales. En la actualidad se presentan importantes pérdidas en el proceso de producción debido a la afectación de plagas y enfermedades.

La presencia de *Fusarium* y *Bradysia* afectan directamente el desarrollo de las plantas en vivero y aún no se tiene definido un esquema de manejo y control adecuado en los viveros. A su vez, la pérdida de planta en los viveros afecta las reforestaciones y plantaciones, así como a miles de usuarios y beneficiarios de estos programas e indirectamente a toda la población por los beneficios ambientales que se generan (captura de CO₂, retención de suelos, producción e infiltración de agua, hábitat de flora y fauna, etc.)

Si consideramos que la producción anual de planta es de alrededor de los 200 millones y que las pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades pueden ir desde el 30% hasta el 50% de la producción, considerando el porcentaje más bajo y un precio promedio por planta de dos pesos, anualmente se pierden aproximadamente 120 millones de pesos a causa de la presencia de plagas y enfermedades en los viveros forestales.

Tomando en cuenta los costos para tratar de controlar estos problemas y los costos de excedentes de producción para poder compensar estas pérdidas y así cumplir con las metas planteadas, el costo de la planta se duplica, de aquí la importancia de definir esquemas de control eficientes y eficaces con los que se incidirá en la sobrevivencia de la planta utilizada en la reforestación, por lo que el costo de la misma disminuirá así como el costo por reposición de planta muerta por plagas y enfermedades.

VI. MÉTODOS DE CONTROL UTILIZADOS

Una de las principales acciones que se deben implementar para prevenir un ataque severo de patógenos en el vivero radica en tener un conocimiento de la especies sembradas, así como de la biología y hábitos de las plagas que pudieran afectarlas durante su permanencia en el vivero; conociendo estos antecedentes y haciendo uso de un buen Manejo Integrado de Plagas (Cultural, Biológico y químico); se evitarán perdidas económicas en la producción de planta en el vivero.

En el **control cultural** se deben considerar los siguientes puntos:

- Utilizar semillas de alto porcentaje de germinación

- Sustrato o mezcla de sustrato con características físicas y químicas adecuadas; ligero, poroso, fácilmente manejable, que mantenga constante su volumen en seco o en húmedo
- Utilizar contenedores que tengan orificios en la parte inferior para no retener exceso de humedad; que propicien enfermedades o maleza
- Asepsia y esterilización del material con el que se trabaja; con agua y jabón, solución de hipoclorito de sodio, a vapor, entre otros más
- Iluminación adecuada; para evitar que originen un crecimiento acelerado
- Camas de siembra levantadas; para evitar condiciones favorables que favorezcan la incidencia de malezas y enfermedades del suelo.
- Control de aireación
- Sustrato con buen drenaje; para evitar el estancamiento y encharcamiento que puedan ocasionar problemas y hasta la muerte de la planta.
- Profundidad de siembra apropiada de acuerdo a la especie (0.5-2.5 cm); para asegurar una germinación y emergencia uniforme de las plántulas
- Densidades de siembra adecuadas; para un mejor desarrollo de las plantas, tanto en su parte aérea como en su sistema radicular.
- Esterilización del sustrato que se emplea para la siembra; con la finalidad de eliminar patógenos del suelo.
- pH ligeramente ácido 5.5 con ciertos compuestos a base de sulfuro (sulfuro de amonio) o ácidos inorgánicos (ácido sulfúrico)
- Agua de calidad, no tratada; para evitar que las raíces impidan la absorción de los elementos nutritivos y como consecuencia la planta puede tener un desarrollo anormal o morir.
- Fertilización balanceada 1:2:1 para acelerar la maduración y evitar anomalías en la parte aérea o del sistema radicular o defoliación de la planta, entre otros
- Conocer las posibles plagas que pudieran presentarse de acuerdo a las especies que se manejen en el vivero y prevenir su incidencia mediante el establecimiento de un calendario de monitoreo.
- Esterilización de herramientas de trabajo; con la finalidad de diseminar patógenos que pudieran estar presentes en las herramientas más comúnmente utilizadas.

Los puntos mencionados con anterioridad deben ser revisados con periodicidad por el personal encargado de la producción ya que son la base para la prevención e inicio del manejo de plagas y enfermedades en los viveros forestales.

El **control biológico** como su nombre lo indica emplea organismos vivos para controlar las poblaciones de otros organismos, entre los más utilizados se encuentran *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus thuringiensis* var kurstaki, aceite vegetal (ricinina, ricinolenalina), *Azadiractina indica*, *Metarrizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Paecylomyces*, este método de control está cobrando importancia en los últimos años. En México solo el 14 % de los viveros utiliza este método de control, sin embargo se está popularizando su



uso debido principalmente a la preocupación por el medioambiente y la residualidad de los productos químicos.

El **control químico** se refiere al uso de plaguicidas, ya sean insecticidas, fungicidas, bactericidas, nematicidas, moluscocidas o herbicidas, los cuales son cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, la aplicación de este tipo de control se recomienda cuando se requiere realizar una acción preventiva o curativa de la enfermedad o plaga. Este método es el más utilizado sin embargo se está tratando de cambiar por el biológico. El 86% de los viveristas emplean productos químicos para el control de plagas y enfermedades.

En proporción, los productos químicos empleados en los viveros se pueden dividir en: combate de insectos con un 44%, seguido de hongos con 35% y malas hierbas con 14%. Los grados toxicológicos van desde el nivel 4 que es ligeramente tóxico, 3 moderadamente tóxico, 2 altamente tóxico y 1 extremadamente tóxico. Actualmente los productos químicos utilizados para el control y el combate de plagas y enfermedades en los viveros forestales del país son ligeramente tóxicos en un 63%, esto para reducir el impacto al medio ambiente, sin embargo, hoy en día se siguen utilizando algunos productos muy tóxicos.

VII. TIPOS DE PRODUCTOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS VIVEROS FORESTALES

La prevención de cualquier enfermedad o daño por insecto radica en realizar un monitoreo constante para verificar las condiciones en el que se desarrolla la planta y tomar las medidas preventivas necesarias cuando se detecten los primeros síntomas o daños.

El control químico es el más utilizado (86% de los viveros lo utilizan) y en el cual existe gran variedad de productos los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

I. Su destino (las plagas que controlan)

- a) Acaricidas. Controla ácaros, algunos insecticidas también controlan a este grupo de organismos.
- b) Bactericidas. Controla bacterias.
- c) Fungicidas. Controla o previenen hongos.
- d) Insecticidas. Controla insectos.
- e) Herbicidas. Controla las malezas o malas hierbas.
- f) Molusquicidas. Controla caracoles y babosas.
- g) Nematicidas. Controla nematodos.
- h) Rodenticidas. Controla roedores.

II. Modo de acción (la forma en que controlan la plaga)

- a) Plaguicidas de contacto: actúan por contacto directo.
- b) Plaguicidas Sistémicos: actúan mediante movimiento a través de las plantas tratadas (translocación).
- c) Plaguicidas por inhalación: actúan a través del sistema respiratorio del insecto.
- d) Por ingestión directa: En el caso de los insectos, la plaga es controlada una vez que se alimenta del follaje tratado.
- e) Plaguicidas de acción protectora: Ejercen su acción específicamente en el lugar donde son aplicados. Su acción es preventiva.
- f) Plaguicidas de acción repelente: Es una acción preventiva donde el daño se previene haciendo el cultivo poco atractivo, por olor o sabor, para insectos, aves o roedores.
- g) Plaguicidas de acción erradicante: El producto puede destruir o detener la acción de un patógeno ya establecido en la planta pudiendo ser también denominada su acción como retroactiva.

III. Su estructura química o grupo químico

- a) Compuestos inorgánicos: Carecen de carbono.
- b) Compuestos orgánicos. Contienen átomos de carbono en su estructura química.
- c) Plaguicidas organoclorados: Generalmente actúan por contacto o por ingestión y tienen una prolongada actividad residual.
- d) Plaguicidas derivados del ácido fosfórico (organofosforados): La mayoría de los plaguicidas en este grupo son insecticidas. Se caracterizan por presentar una corta persistencia en el suelo y en alimentos.
- e) Plaguicidas derivados del ácido carbámico (carbamatos): Este grupo incluye insecticidas, fungicidas y herbicidas. La mayoría tiene una corta persistencia en el medio.
- f) Piretroides: En términos generales poseen una baja toxicidad a mamíferos. Su acción es por contacto, ingestión o repelente.

IV. Grado de toxicidad

- a) Extremadamente tóxico (I)
- b) Altamente tóxico (II)
- c) Moderadamente tóxico (III)
- d) Ligeramente tóxico (IV)

V. Época de aplicación

- a) Presiembra o pretrasplante: El producto es incorporado al suelo con el último rastraje previo a la siembra o trasplante.

- b) Preemergencia: El producto es aplicado después de la siembra, pero antes de la emergencia del cultivo.
- c) Postemergencia: El producto es aplicado después de que las malezas hayan emergido del suelo o después que el trasplante ha sido efectuado.

VI. Tipo de formulación

- a) Formulaciones sólidas: Sólido técnico, Polvo técnico, Polvo, Polvo humectable, Polvo soluble, Gránulos Dispersables, entre otras.
- b) Formulaciones líquidas: Líquido técnico, Concentrado emulsionable, Líquido soluble, Líquido miscible, Solución acuosa, entre otras.
- c) Formulaciones gaseosas: Son gases licuados o comprimidos

VII. Por su persistencia en el ambiente

- a) Ligeramente Persistentes. Menos de 4 semanas. Ejemplos: Carbaryl
- b) Poco Persistentes. De 4 a 26 semanas. Ejemplos: Carbofurán y Diclorvos
- c) Moderadamente persistentes. De 27 a 52 semanas.
- d) Altamente persistentes. Más de 1 año y menos de 20. Ejemplos: Aldrín, DDT, Dieldrín y Endrín.
- e) Permanentes. Más de 20 años. Cloruro de etilmercurio.

Plaguicidas biológicos

Tienen como base a cuerpos reproductores de bacterias, hongos, nematodos y virus, o sus metabolitos; son de uso variado desde amplio espectro, como los hongos entomopatógenos hasta específicos como las bacterias. Como ejemplo están los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarrhyzium anisopliae* y *Paecylomyces*.

A continuación se presentan algunos de los productos tanto químicos como biológicos utilizados en el control de plagas y enfermedades en los viveros forestales, así como, la plaga que controlan, el tipo de producto y grado toxicológico.

Insecticidas

Ingrediente activo	Organismos que controla	Tipo de producto	Grado toxicológico
Deltametrina	Gusanos cortadores	Químico	4
<i>Bacillus thuringiensis</i>		Biológico	4

Ingrediente activo	Organismos que controla	Tipo de producto	Grado toxicológico
Carbaril	Chapulines	Químico	4
Endosulfan		Químico	2
Permetrina	Gusanos defoliadores	Químico	4
<i>Bacillus thuringiensis</i> var <i>kurstaki</i>		Biológico	4
Clorpirifos-etil	Gusanos telarañeros y enrolladores	Químico	4
<i>Bacillus thuringiensis</i>		Químico	4
Imidacloprid	Gusanos minadores	Químico	3
Abamectina		Químico	4
Naled	Hormiga	Químico	4
Sulfluramida		Químico	4
Dimetoato	Chinches	Químico	3
Permetrina		Químico	4
Aceite vegetal (ricinina, ricinolenalina)	Chicharritas	Biológico	4
Diclorvos		Químico	2
Pyriproxifen	Mosquita blanca	Químico	4
<i>Azadiractina indica</i>		Biológico	4
<i>Metarrizium anisopliae</i>		Biológico	4
Pirimicarb	Pulgones	Químico	4
Pimetrozine		Químico	4
Avermectina	Araña roja	Químico	4
Spiromecifen		Químico	4
Bifentrina		Químico	4
<i>Beauveria bassiana</i>	Gallina ciega	Biológico	4
Tebupirimphos		Químico	4
<i>Metarrizium anisopliae</i>		Biológico	4
Diazinon	Mosco fungoso	Químico	3
Deltametrina		Químico	3
Fenvalerato		Químico	4

Fungicidas

Ingrediente activo	Organismos que controla	Tipo de producto	Grado toxicológico
Thiram	<i>Fusarium, Rhizoctonia,</i>	Químico	4

Ingrediente activo	Organismos que controla	Tipo de producto	Grado toxicológico
Tolclofos-metil	<i>Pythium, Phytophthora</i>	Químico	4
Azoxystrobin		Químico	4
Iprodiona		Químico	4
Captan		Químico	4
<i>Trichoderma harzianum</i>		Biológico	4
<i>Basillus subtilis</i>		Biológico	4
<i>Basillus subtilis</i>	<i>Damping off (Fusarium, Pythium, Phytophthora)</i>	Biológico	4
<i>Trichoderma harzianum</i>		Biológico	4
Fosetyl-al		Químico	4
Propamocarb		Químico	4
Propiconazol	Cenicilla	Químico	4
Azoxystrobin		Químico	4
Anilazina	<i>Alternaria</i>	Químico	4
Triforine		Químico	4
Ciprodinil+fludioxo nil	<i>Botrytis cinnerea</i>	Químico	4
<i>Basillus subtilis</i>		Biológico	4
Folpet	<i>Cercospora</i>	Químico	4
Zineb		Químico	4
Tiofanato-metilico	<i>Septoria</i>	Químico	4
Procloraz		Químico	4
Triforine	<i>Colletotrichum</i>	Químico	4
Captafol		Químico	4

VIII. TIPOS DE SUSTRATOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTA EN VIVEROS FORESTALES

La producción forestal en México, tanto la orientada a la conservación y restauración de ecosistemas forestales, como la establecida a partir de los programas nacionales de reforestación, se basa en la operación de viveros de producción. En dichos viveros debe garantizarse que la planta producida se deriva del mejor material genético, se encuentra exenta de patógenos, y que cuenta con el mayor vigor, para garantizar la supervivencia, y asegurar el establecimiento del bosque. Con el fin de alcanzar los objetivos de reforestación del País, compensar la tasa de deforestación e incluso ampliar, en el menor plazo posible, la cobertura vegetal en bosques, selvas

y de vegetación de zonas áridas, debe incrementarse en forma acelerada la producción de planta en viveros forestales.

Los aspectos que impactan en mayor medida la producción de planta a nivel de viveros son: el alto costo económico, y ecológico de los sustratos tradicionales en uso (tierra de monte y peat moss), y la merma asociada con fungosis radiculares, ocasionadas por hongos patógenos. Los sustratos inertes, y la tierra de monte utilizados en la producción tradicional, contienen patógenos o los promueven en la etapa de producción en vivero. Los sustratos del modelo moderno, por contenedor, son caros, de importación, y carecen de nutrientes, lo que eleva los costos de producción. Nuevos sustratos, estandarizados, de alta capacidad de producción, son necesarios para la producción en viveros forestales. Se requiere de sustratos de bajo costo, producidos en México, con alto volumen asociado de producción, con contenido nutricional adecuado, y con la capacidad de supresión parcial o total de hongos patógenos de importancia forestal.

A lo largo del tiempo en todos los viveros forestales se han empleado diferentes tipos de sustratos para el desarrollo de las plantas, integrados por distintas proporciones de componentes, estos componentes son variados y se pueden dividir en orgánicos e inorgánicos.

Los componentes orgánicos son componentes deseables de los sustratos, pues generan una gran proporción de microporos, produciendo así una elevada capacidad de retención de humedad, además son lo suficientemente resilientes para resistir la compactación. La materia orgánica también tiene una elevada CIC, y por lo tanto, retiene iones nutrientes previniendo su lixiviación y, proporcionando un amortiguamiento contra los cambios rápidos en la salinidad.

La cantidad de materiales orgánicos usados en los sustratos varía considerablemente, generalmente entre 25 a 50% del volumen. Entre los componentes orgánicos utilizados en los sustratos se encuentran: Turba de musgo, aserrín, corteza, arena, piedra volcánica para el sistema de producción en contenedor y tierra de monte para el caso de sistema de producción tradicional.

Turba de musgo. Se forma cuando las plantas parcialmente descompuestas se acumulan bajo el agua en áreas con bajas temperaturas, bajos niveles de oxígeno y nutrientes.

Aserrín. El aserrín es usado en forma común en sustratos hortícolas, y usualmente es composteado antes de emplearlo. Sin embargo, debido a las diferencias inherentes entre maderas distintas por cuanto toca a propiedades químicas, la convivencia del aserrín como componente orgánico de los sustratos es variable en extremo. Solamente el aserrín de los aserraderos debería ser considerado como sustrato, pues otros residuos de madera pueden contener productos químicos, preservadores u otros productos dañinos.

Corteza. La corteza probablemente es el más promisorio de los materiales orgánicos alternativos; cuando es preparado adecuadamente, tanto la de pinos como la de especies



latifoliadas, encuentra amplia aceptación como componente de los medios de crecimiento en los viveros ornamentales que producen en contenedor.

Los componentes inorgánicos son agregados a los sustratos para producir y mantener un sistema estructural de macroporos, que promueva la aireación y el drenaje, y que disminuya la capacidad de retención de humedad. En los Estados Unidos se han empleado tres sustratos para la producción de planta en contenedor: Vermiculita, perlita y arena.

IX. COMPENDIO DE LITERATURA DEL ESTADO DEL ARTE SOBRE INVESTIGACIONES DEL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN VIVEROS FORESTALES.

Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Adame C., F. y A. J. Avedaño E.	Hongos asociados a plantas de vivero en la reserva natural Xochitla, Estado de México y una propuesta para su manejo.	Tesis de licenciatura	1999	Hongos patógenos, manejo	Hongos presentes en las instalaciones del vivero Xochitla
Albañil B., M. A.	Hongos asociados a semillas de coníferas.	Tesis de licenciatura	2003	Hongos patógenos, manejo, coníferas	
Alvarado R., D., S. Castro Z., C. Cigarrero C., R. Álvarez R. y L. de L. Saavedra R.	Manual de detección y manejo de enfermedades bajo el sistema de “contenedor”.	Manual	2004	Enfermedades, vivero, manejo	Identificación y manejo de enfermedades en vivero con producción en contenedor
Bailey, J. A., and M. J. Jeger.	<i>Colletotrichum</i> : biology, pathology and control.	Libro	1992	Patología Control	Biología patología y control de <i>Colletotrichum</i>
Beristain D., F.	Influencia del pH del agua de riego en la incidencia del dampig-off y desarrollo de dos especies de pino, en almácigo.	Tesis de licenciatura	1980	Agua de riego., <i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , Productos químicos., Suelo alcalino.	Influencia de la calidad del agua de riego en la presencia de enfermedades
CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).	Plagas y enfermedades forestales en América Central: manual de consulta. Serie Técnica: Manual Técnico No. 3.	Manual técnico	1991	Insectos, hongos, manejo, patogenos	Identificación y manejo de plagas en los viveros forestales

Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Cibrián T., D., J. T. Méndez M., R. Campos B. H. O. Yates III y J. E. Flores Lara.	Insectos Forestales de México/ Forest insects of Mexico.	Libro	1995	Plagas, hospederos, manejo, control	Descripción y manejo de plagas de importancia forestal
Cibrián T., D.	Manual para la identificación de plagas y enfermedades forestales en el estado de Jalisco.	Manual	2001	Insectos, hongos, patógenos	Identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros
Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. (Eds.).	Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in Mexico.	Libro	2007	Plagas, hospederos, manejo, control	Enfermedades de importancia forestal en México
Michell M. Cram, Michel S. Frank, Katy M. Mallams	Forest nursery pests.	Manual	2012	Insectos, Hongos, control, descripción	Identificación y manejo de plagas y enfermedades en los viveros forestales
Ferguson, A. J. and S. N. Jeffers.	Detection of <i>Phytophthora</i> species in container mixes from ornamental crop nurseries.		1997	Vivero ornamental, hongos	Detección de hongos patógenos
García-Díaz, S. E.	Etiología del cancro y marchitamiento de brotes en plántulas de <i>Pseudotsuga macrolepis</i> Flous.	Artículo científico	1991	Características, cancro, planta	Descripción de las causas del cancro en <i>Pseudotsuga</i>
García-Díaz, S. E., C. Mendoza Z., R. Campos B. y J. T. Méndez M.	Determinación de los agentes causales del cancro y marchitamiento de brotes en plántulas de <i>Pseudotsuga macrolepis</i> Flous.	Ponencia	1989	Características, cancro, planta	Descripción de las causas del cancro en <i>Pseudotsuga</i>

Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Garret, S. D.	Biology of root-infecting fungi.	Artículo científico	1960	Fungi, Soil fungi, Plant diseases, Fungal diseases, Mycoses, Soil microorganisms, Antibiotics, Mycelium, Inoculum, Soil biology	Infecciones en la raíz causadas por hongos.
Gómez N., Ma. S.	Combate del damping-off en viveros forestales.	Boletín informativo	1976	Hongos patógenos	Métodos de control usados para el control de hongos patógenos
Gómez N., Ma. S. y L. Sánchez I.	Problema de enfermedad en <i>Pinus montezumae</i> Lamb. y <i>Pinus patula</i> Schl. et Cham., en un experimento sobre fotoperiodos.	Boletín técnico	1976	Hongos patógenos	
Gómez N., Ma. S., R. Salinas-Quinard y J. A. Herrera-Campi.	Antagonismo bacteriano frente a <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn y otras especies del género.	Boletín técnico	1975	Hongos patógenos	
González B., F. I.	Comparación de diferentes tratamientos al sustrato para el control de "secadera" en <i>Pinus montezumae</i> Lamb. y <i>Pinus pseudostrobus</i> var. oaxacana Mtz. en vivero.	Tesis de licenciatura	1979	Hongos patógenos, planta, sustrato	Tratamientos para el control de damping-off.

Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Guarneros C., R. E.	Comprobación de la patogenicidad de una cepa de <i>Alternaria Nées</i> y una de <i>Fusarium oxysporum</i> (Schl.) em. Snyd. and Hans., como causante del mal de semilleros en <i>Pinus montezumae</i> Lamb. y <i>Pinus ayacahuite</i> var. Veitchii Shaw.	Tesis de licenciatura	1989	Prueba de patogenicidad, hongos fitopatógenos.	Pruebas de patogenicidad en especies de pino.
Hansen, E. M. and K. J. Lewis,	Compendium of conifer diseases.	Artículo	1997	Coníferas, enfermedades, viveros	Descripción de enfermedades de coníferas
Hernández G., F. A. y O. Jiménez G.	El uso de la tierra de hoja en la producción de planta ornamental: caso Xochimilco	Tesis de licenciatura	2003	Plantas ornamentales, tierra, sustratos	Sustratos utilizados en la producción de planta ornamental en viveros
Landis, T. D., R. W. Tinus, S. E. McDonald, and J. P. Barnett.	El componente biológico, plagas, enfermedades y micorrizas	Manual	2016	Plagas, enfermedades, micorrizas	Principales plagas y enfermedades presentes en los viveros con producción en contenedor
Macías J., M. Arguedas, J. Cola Z., L. Hilje.	Plagas Forestales Neotropicales.	Artículo científico	2003	Insectos, bosque	Plagas en Costa Rica
Manion, P. D.	Tree disease concepts.	Libro	1991	Enfermedades, coníferas	Enfermedades de coníferas

Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Martínez R. A.	<i>Fusarium oxysporum</i> Schl. como agente causal del estrangulamiento del tallo de <i>Pseudotsuga macrolepis</i> Flous. y <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> Shaw. en plantas de vivero.	Tesis de licenciatura	2000	Hongos, patógenos, producción de planta	Aislamientos y pruebas de patógenicidad en planta en vivero.
Nair, K. S. S. (Ed.).	Insect pests and diseases in Indonesian forest.	Libro	2000	Plaga, enfermedades, bosque	Plagas y enfermedades de importancia forestal
Romero C., S.	Hongos Fitopatógenos.	Artículo científico	1988	Enfermedades, fitopatógenos	Hongos de importancia presentes en el suelo
Vázquez C., I.	Microorganismos asociados a la semilla de tres especies de pino y técnicas de desinfección.	Artículo científico	1996	Hongos, coníferas, desinfección	Identificación de organismos asociados a semillas.
Vázquez C., I. y R. R. Sanchez.	Identificación y control químico de damping-off en el vivero forestal "Lázaro Cárdenas".	Artículo científico	1981	Hongos fitopatógenos, control, producción de planta	Importancia del damping-off en el vivero Lázaro Cárdenas.
G. Benítez; M. Equihua; M. T. Pulido-Salas	Diagnóstico de la situación de los viveros oficiales de Veracruz y su papel para apoyar programas de reforestación y restauración	Artículo científico	2002	Producción de planta, infraestructura,	
David Cibrián Tovar, Silvia García Díaz y Bonifacio Don Juan Macías	Manual Identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales	Manual	2008	Insectos, hongos, fitopatógenos,	Identificación y manejo de plagas y enfermedades en los viveros forestales

Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Cindy Melissa Rincón Sandoval	Reconocimiento taxonómico preliminar de <i>Fusarium roseum</i> (clasificación pendiente) responsable de la pudrición basal del clavel comercial en la sabana de bogotá	Tesis de licenciatura	2010	Clavel, pudrición basal, <i>Fusarium roseum</i> , caracterización macroscópica-microscópica, PCR.	Pudrición basal causada por <i>Fusarium</i>
Jenny Paola Moreno López	Actividad antifúngica de los extractos vegetales de <i>Piper eriopodion</i> y <i>Zanthoxylum monophyllum</i> y sus metabolitos secundarios mayoritarios sobre dos hongos fitopatógenos de clavel (<i>Dianthus caryophyllus</i>)	Tesis de maestría	2011	Clavel, <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Piper eriopodion</i> , <i>Zanthoxylum monophyllum</i> , actividad antifúngica, extractos vegetales.	Pruebas de actividad antifúngica contra <i>Fusarium</i>
Leonid Robinson Gutiérrez Pérez	Estado del arte del efecto antifúngico de extractos vegetales para el control de <i>Fusarium oxysporum</i>	Tesis de licenciatura	2015	Actividad antifúngica, extractos vegetales, <i>Fusarium</i> .	Efecto antifúngico de diferentes plantas.
Kalb, D. W., and Millar, R. L.	Dispersal of <i>Verticillium albo-atrum</i> by the Fungus Gnat (<i>Bradysia impatiens</i>)	Artículo científico	1986	<i>Bradysia fusarium</i> ,	<i>Bradysia</i> como agente dispersante de hongos patogenos

Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Frank Menzel, Jane E. Smith, Nelson B. Colauto	<i>Bradysia difformis</i> Frey and <i>Bradysia ocellaris</i> (Comstock): Two Additional Neotropical Species of Black Fungus Gnats (Diptera: Sciaridae) of Economic Importance: A Redescription and Review	Artículo científico	2003	Diptera, sciaridae, <i>Bradysia</i> <i>difformis</i> Frey, <i>Bradysia</i> <i>ocellaris</i>	Descripción de dos especies del género <i>Bradysia</i> y su importancia
Rodríguez Rodríguez, Frank Menzel, Jane Smith, A.M. Aguilera	La mosquilla negra (Diptera, Sciaridae): un problema emergente en los cultivos bajo plástico en Almería	Artículo en internet	2005	<i>Bradysia</i> , Fusarium, mosquilla	Descripción e importancia de la mosquilla negra.
Raymond A. Cloyd	Ecology of Fungus Gnats (<i>Bradysia</i> spp.) in Greenhouse Production Systems Associated with Disease- Interactions and Alternative Management Strategies	Artículo en internet	2015	fungus gnats; pest management; plant protection; diseases; greenhouse; cultural control; sanitation; physical barriers; repellents	Daños por <i>Bradysia</i> en invernaderos y alternativas de manejo
Raymond A. Cloyd	Management of Fungus Gnat (<i>Bradysia</i> spp) in Greenhouses and Nurseries	Artículo científico	2008	Biological control, contamination, cultural control, growing medium, insecticides, monitoring, pest management	Biología y daños ocasionados por <i>Bradysia</i> en invernaderos y viveros

Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Villanueva-Sánchez, Evert; Ibáñez-Bernal, Sergio; Lomelí-Flores, J. Refugio; Valdez Carrasco, Jorge	Identificación y caracterización de la mosca negra, <i>Bradysia difformis</i> (diptera: sciaridae) en el cultivo de nochebuena (<i>Euphorbia pulcherrima</i>) en el centro de México	Artículo científico	2013	Taxonomía, estados inmaduros, plaga de nochebuena, México.	Estados de desarrollo de la mosca negra <i>Bradysia</i>
M., Pastoriza; R., Perez; P., Mansilla. & Salinero Corral	Estudios sobre la biología y el control de <i>bradysia difformis</i> (diptera-sciaridae) en plantas de estaquilla de <i>Eucalyptus</i> y otras ornamentales.	Artículo científico		<i>Bradysia difformis</i> , Diptera, control, insecticidas, <i>Steinermetz feltiae</i> .	Biología y métodos de control de <i>Bradysia</i>
Mora castillo Julio Renato	Control biológico de la pudrición radicular por <i>Fusarium oxysporum</i> en semilleros de café usando endomicorza y <i>Trichoderma harzianum</i>	Tesis de licenciatura	2001	Alternativa orgánica, control tradicional, hongos patogénicos, incidencia, producto biológico, severidad.	Pruebas de control de tres productos orgánicos contra <i>Fusarium</i>
Ripanti, F., Calderón, G., Viloria, M. y Perrin, R.	Basamid y Formol en el control de fusarium sp. en viveros forestales	Artículo científico	2006	Vivero forestal, damping-off, pudrición, necrosis, bancal	Productos empleados en el control de <i>Fusarium</i> en los viveros forestales

Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Cueto Wong, Maria Cristina	Determinación del efecto inhibitorio del aceite esencial y diferentes extractos de orégano (<i>lippia berlandieri schauer</i>) sobre el crecimiento de <i>fusarium oxysporum</i> tanto in vitro como en plántula de tomate	Tesis de doctorado	2010	Actividad antifúngica, extractos, aceites esenciales	Pruebas para el control de <i>Fusarium</i> con extractos y aceites naturales.
P. Martín; O. Osorno; J. Pajares; J. Díez	Estudio de las enfermedades fúngicas en los viveros forestales de castilla y león	Artículo científico		Viveros forestales, Damping- off, enfermedades fúngicas.	Aislamiento de <i>Fusarium</i> en diferentes especies forestales
Eduardo Donoso, Gustavo A Lobosa, Nadia Rojas	Efecto de <i>Trichoderma harzianum</i> y compost sobre el crecimiento de plántulas de <i>Pinus radiata</i> en vivero	Artículo científico	2008	Pino, estimulación del crecimiento, <i>Trichoderma</i> , compost.	Capacidad estimulante de <i>Trichoderma</i> en el desarrollo de <i>Pinus radiata</i>
Alice Rocío Chávez, Alicia Susana Aquino Jara	Control de los hongos del suelo <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Fusarium</i> sp. y <i>Sclerotium</i> sp. con extractos vegetales	Artículo científico	2012	Extractos vegetales, control alternativo, hongos del suelo.	Evaluación de extractos vegetales para el control de hongos del suelo
González-Cárdenas. Julio César, Maruri-García. José Manuel, González-Acosta. Alfredo	Evaluación de diferentes concentraciones de <i>Trichoderma</i> spp. contra <i>Fusarium oxysporum</i> agente causal de la pudrición de plántulas en papaya (<i>Carica papaya</i> L.) en Tuxpan, Veracruz, México	Artículo científico	2005	Papaya, <i>Carica papaya</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , Antagonismo	Evaluación de la eficiencia de diferentes dosis de <i>Trichoderma</i> como antagonista de <i>Fusarium</i> .

Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Lugano Lidia	Enfermedades en viveros forestales	Hoja divulgativa técnica No. 20		Prevención, insumos	Pasos para la prevención de plagas y enfermedades en viveros forestales
Gutiérrez García J. et al.	Diagnóstico de la calidad del agua en los viveros forestales de México	Artículo científico	2016	viveros forestales; calidad del agua; calidad de planta; producción de árboles	Características encontradas en el agua de 148 viveros de la república mexicana
Ivón López-Pérez, Abel Plascencia-González, et al.	Monitoreo poblacional de <i>Bradysia</i> (winnertz) como una herramienta para su control, en Morelia, Michoacán México.	Artículo científico en memoria de simposio de parasitología forestal	2009	Mosquita fungosa, <i>Bradysia</i> sp, monitoreo.	Prueba de método de monitoreo y ciclo de vida de <i>Bradysia</i>
Adriana Mendoza-Campos, David Cibrián-Tovar y Silvia Edith García-Díaz.	<i>Phytophthora cinnamomi</i> RANDS. Y <i>Fusarium oxysporum</i> SCHLTDL. como agentes causales de pudrición de raíz en <i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i> (MAYR) FRANCO.	Artículo científico en memoria de simposio de parasitología forestal	2009	Pruebas de patogenicidad, Técnica de punción, prueba Kruskal-Wallis, PDA (Papa Dextrosa Agar).	Evaluación de la patogenicidad de <i>Phytophthora cinnamomi</i> RANDS. Y <i>Fusarium oxysporum</i> sobre <i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i> (MAYR) FRANCO.
Silvia Edith García-Díaz y David Cibrián-Tovar.	Pudrición de raíz causada por <i>Fusarium oxysporum</i> SCHLTDL. en coníferas.	Artículo científico en memoria de simposio de parasitología forestal	2009	Hongo, <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Pinus</i> spp.	Aislamientos de hongos patógenos en planta proveniente de diferentes viveros de 14 estados de la república mexicana



Autor	Título	Tipo de trabajo	Año	Palabras clave	Tema que aborda
Salvador Alejandro Ayala-Ortega, David Cibrán Tovar y Bonifacio Don Juan Macías.	Diagnóstico sobre plaguicidas utilizados en los viveros forestales de México.	Artículo científico en memoria de simposio de parasitología forestal	2009	Métodos de control, productos químicos, productos biológicos, producción de planta	Productos utilizados en el control de plagas y enfermedades en los viveros del país.