



Proyecto: Fondo Sectorial CONACYT-CONAFOR 2018-1 A-S-67865

“Monitoreo, evaluación de daños, manejo preventivo y control de la secadera y pudrición de raíz causadas por *Fusarium* spp., y las moscas fungosas *Bradysia* y *Lycoriella*”

Metodología y definición de indicadores de salud de planta en viveros forestales



Dra. Silvia Edith García Díaz
Dr. Omar Alejandro Pérez Vera
Dr. Arnulfo Aldrete

Responsable técnico: DR. DAVID CIBRIÁN TOVAR

ÍNDICE

PRODUCTO 1. DOCUMENTO DETALLADO DE LA METODOLOGÍA Y DEFINICIÓN DE INDICADORES DE SALUD DE LA PLANTA EN VIVEROS FORESTALES.....	2
RESUMEN EJECUTIVO	2
INTRODUCCIÓN	3
DEFINICIONES	4
METODOLOGÍA	5
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
CONCLUSIONES	9
LITERATURA.....	13
FORMULARIO CON LOS INDICADORES DE SALUD CON EL FIN DE INCORPORARLO AL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE PLAGAS EN VIVEROS FORESTALES.....	14
RESUMEN EJECUTIVO	14
INTRODUCCIÓN	15
DEFINICIONES	15
METODOLOGÍA	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
CONCLUSIONES	21
LITERATURA CONSULTADA	22

PRODUCTO 1. DOCUMENTO DETALLADO DE LA METODOLOGÍA Y DEFINICIÓN DE INDICADORES DE SALUD DE LA PLANTA EN VIVEROS FORESTALES.

Omar Alejandro Pérez Vera, oalejandrovers@gmail.com

Silvia Edith García Díaz, edith65@gmail.com

RESUMEN EJECUTIVO

La producción de planta en contenedores debe de cumplir lineamientos y especificaciones técnicas de la norma mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016 para los programas de reforestación y plantaciones comerciales forestales. Esta producción se produce en viveros ejidos, comunidades, organizaciones sociales, empresas y particulares y se lleva a cabo bajo un sistema de producción en contenedores, el cual representa más del 80% a nivel nacional. Se ha logrado uniformizar los procesos productivos para obtener calidad de planta, sin embargo, los problemas de sanidad son muy comunes en las zonas de producción como el damping-off o plagas como el mosquito fungoso negro (*Bradysia impatiens*), el insecto adulto es el vector de esporas del hongo *Fusarium* y sus larvas causan lesiones y consumen la raíz principal y secundarias causan daños irreversibles en la planta hasta causarle la muerte, por lo que es necesario establecer indicadores de salud que nos ayuden a reducir al máximo el daño por plagas; el cual se traduce en pérdidas de un 20 hasta un 50% en cada ciclo de producción. Dentro la metodología se seleccionaron 10 índices de salud como la presencia de adultos volando, huevos, larvas y pupas en el sustrato y raíz, desarrollo de la planta, signos y síntomas inducidos por el hongo *Fusarium circinatum* y el mosquito fungoso, malezas. Cada indicador es estimado de forma separada y se le asignó un valor de 1 a 10 (valor de 1 es menos deseable, 5 un valor moderado a medio y 10 es un valor preferido). Para llevar a cabo la metodología es necesario hacer un recorrido en la zona de producción de planta observado cada uno de los indicadores. Al final se suman los valores y se divide por el número de indicadores y se obtiene un valor promedio del estado de salud de la planta. Si el valor es de 5, se considera que la condición de salud no es buena y se necesita corregir en los indicadores con valores bajos, entre más se acerca al valor 10 tenemos una buena condición de salud de la planta. Los índices de esta metodología son fáciles y prácticos para el viverista, y podrá ser más preciso al calificar cada indicador, es necesario validar esta metodología en campo en varios viveros forestales en México en el ciclo de producción del 2019-2020 para corregir algún indicador que no sea confiable.

INTRODUCCIÓN

La producción de planta en los viveros forestales en México es llevada a cabo bajo tres sistemas de producción, contenedores, tradicional (bolsa de polietileno) y raíz desnuda, siendo el más intensivo el sistema de producción de planta en contenedor con un sustrato como medio de crecimiento; este material está conformado por materiales orgánicos e inorgánicos que dan soporte y permite el crecimiento de la planta (NMX-AA-170-SCFI-2016). Sin embargo, durante el proceso de preparación de sustrato puede ser contaminado por patógenos que afectan en alguna etapa de desarrollo a la planta en el ciclo de producción siendo favorecidos su incremento de sus poblaciones cuando las condiciones son favorables para su desarrollo y propagación en el vivero, tal es el caso de *Fusarium circinatum* que causa daños en preemergencia y postemergencia; otros factores que contribuyen su incidencia de la enfermedad son nutrientes, temperatura, frío, calor, etc. Este hongo se ha asociado con la mosca fungosa (*Bradysia impatiens* y *Lycoriella ingenua*) quien actúa como vector por llevar esporas del hongo sobre su cuerpo y distribuye en el área de producción de planta del vivero y sus larvas inducen síntomas en planta de pino muy similares a los producidos por el hongo *Fusarium* (Hurley, *et al.* 2010, Marín, *et al.* 2015); este insecto se puede detectar por los adultos de dos a tres milímetros de longitud, de color gris negruzco que vuelan sobre las mesas portacontenedores con planta y las larvas se alimentan de la raíz principal causándole heridas y es la vía de entrada de patógenos como el hongo *F. circinatum*, en el interior de la raíz se pueden encontrar hasta 35 larvas alimentándose y provocan en la planta la pérdida de vigor, amarillamiento del follaje, marchitamientos, pudriciones a nivel de cuello y raíz y hasta causar la muerte de la planta de pino (Cibrián, *et al.* 2008). Estas dos especies de insectos de la familia Sciaridae y el hongo *Fusarium* se encuentran causando daños en especies de coníferas y latifoliadas de clima templado frío desde la región norte hasta el sur de México con un daño estimado del 10 hasta un 30% de pérdida en un ciclo de producción. Generalmente, los primeros síntomas de deterioro de la salud de la planta en el vivero se expresan por la apariencia de su follaje, vigor, crecimiento (García, *et al.* 2017; Marín, *et al.* 2015). Una planta sana sin daños por factores bióticos o abióticos presenta una buena condición de salud a comparación a una planta con marchitamientos, caídas de acículas, cambios de coloración del follaje y pudrición de la raíz pueden estar en una condición de deterioro de salud. Con el fin de evaluar la salud de las plantas en los viveros se emplean un conjunto de indicadores, los cuales incluyen: apariencia del follaje, marchitamientos, pudrición de la raíz y la presencia de insectos del mosco fungoso (adultos y larvas). Para este estudio se planteó el siguiente objetivo: Generar y validar un protocolo de monitoreo para plagas con los indicadores de salud, sustrato, calidad del agua y nutrición de

la planta. Para lo cual se desarrolló una metodología con indicadores de salud de planta en el vivero forestal, de acuerdo a los resultados del diagnóstico realizado en campo durante el ciclo de producción de planta 2018-2019.

DEFINICIONES

Achaparrado: Planta que crece muy densamente y que alcanza una pequeña altura.

Cancro: Lesión necrótica en la corteza del tronco o raíz, a veces se extiende hacia el xilema.

Clorosis: Coloración anormal de las partes verdes, debido a la destrucción de la clorofila o la imposibilidad de sintetizarla.

Defoliación: Caída prematura de las hojas debido a factores bióticos (plagas, enfermedades, nematodos, etc.) o abióticos (temperatura, frío, calor, contaminantes o plaguicidas).

Esporodoquio: Estructura fructífera que consta de un racimo de conidióforos entretreídos que forma una masa de hifas.

Excrementos: Desechos o restos del proceso digestivo, expulsado por algún animal.

Exudado: Líquido más o menos fluido o denso, que por exudación sale por los órganos de la planta bajo una condición de un patógeno.

Marchitez: Pérdida de rigidez y caída de los órganos de la planta que por lo general se debe a la falta de agua en su estructura.

Mosca fungosa: Pequeñas moscas de color negro grisáceo de 2 – 3 mm de longitud del cuerpo y considerada una plaga de importancia forestal y agrícola en viveros, invernaderos y jardines.

Necrosis: Muerte de células o tejidos en la planta.

Pudrición: Reblandecimiento, decoloración y con frecuencia desintegración de los tejidos de una planta suculenta como resultado de la infección bacteriana o fungosa

Síntoma: Expresión de una enfermedad.

Larva: Forma inmadura de un insecto entre el huevo y la metamorfosis.

METODOLOGÍA

Se seleccionaron 10 indicadores de salud de la planta en viveros. Estos indicadores se seleccionaron en base a variables que están presentes en cualquier etapa de desarrollo de la planta durante el ciclo de producción, son fáciles y prácticos de utilizar para los operadores de los viveros. Cada uno de los indicadores se describen sus características (Cuadro 1), estos se estiman en forma separada y se le asigna un valor de 1 a 10 (para 1 es el valor menos deseable, 5 es un valor moderado a medio y 10 el valor es un valor aceptable). Para el llenado del formato (Cuadro 1), se realizará un recorrido en la zona de producción observado cada indicador durante el trayecto.

Una vez que se asignan los valores a cada indicador, se suman los valores obtenidos y se divide por el número de indicadores observados y se saca el valor promedio de la salud de la planta. Los viveros que den un valor de 5, se pueden considerar que la condición de la salud de la planta no es buena y necesita corregir en lo posible los indicadores con valores bajos, entre más se acercan al valor 10, indica que la planta presenta una condición más saludable con respecto a plagas y enfermedades.

Cuadro 1. Indicadores de salud de la planta

Fecha:		Meta:	
Nombre del vivero:		Módulo	
Especie		Nombre del técnico:	
Variable	Características	Valor	Valor
1.- Desarrollo de la planta	Plantas achaparradas y con deformación	1	
	Plantas con crecimiento lento, pero sin deformación	5	
	Plantas con crecimiento normal	10	
2.- Marchitez	Más del 50% de las plantas con marchitez	1	
	Menos del 10 % de Plantas presentan marchitez	5	
	Plantas sin marchitez	10	
3.- Adultos de la mosca fungosa	Abundante presencia de adultos de la mosca fungosa en la zona de producción	1	
	Ligera presencia de adultos de la mosca fungosa en la zona de producción	5	
	No hay adultos en la zona de producción	10	
4.- Larvas de ciáridos	Más de 35 larvas en la raíz principal, excremento en el interior de la raíz	1	

	Menos de 3 a 5 larvas, escaso excremento en el interior de la raíz	5	
	No daño por larvas en la raíz	10	
5.- Huevos y pupas	Gran cantidad de huevos y pupas en el sustrato	1	
	Rara vez huevos y pupas en el sustrato	5	
	No hay huevos ni pupas en el sustrato	10	
6.- Pudriciones	Plantas con más del 50% con síntomas de pudrición a nivel de cuello	1	
	Entre 10 a 35% de las plantas con síntomas de pudrición a leves a severos	5	
	Plantas con menos del 1% de pudrición a nivel de cuello	10	
7.- Calidad de la raíz	Raíz principal con pudrición, ausencia de raíces laterales o con desprendiendo de la corteza	1	
	Raíz principal con pudrición con raíces laterales sin desprendimiento de la corteza	5	
	Raíz principal y laterales sanas	10	
8.- Coloración del follaje	Más del 50% de plantas con follaje color marrón rojizo	1	
	Entre 10 a 30 % de las plantas presentan una coloración amarillenta o violáceas	5	
	Plantas con follaje verde	10	
9.- Doblamiento del ápice o yema apical	Más del 50% de las plantas con doblamiento del ápice y con necrosis	1	
	Menos del 20 % de las plantas con doblamiento del ápice y ligeramente necrosis	5	
	Plantas sin doblamiento del ápice	10	
10.- Cancros, exudados y esporodoquios	Presencia de cancros, exudados y esporodoquios de color blanco anaranjado en la base del tallo en más del 50% de las plantas	1	
	Rara presente cancros, exudados y esporodoquios en la base del tallo en menos del 10% de las plantas	5	
	Ausencia de cancros, exudados y esporodoquios en la base del tallo de las plantas.	10	
Total =			

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El formato se vació con datos del vivero Ejido Peñuelas, Pueblo Nuevo, con producción de planta de *Pinus gregii* y con una meta de 200, 000 plantas (Cuadro 2). El recorrido se llevó acabo a las 10 am con el fin de evitar demasiado calor, humedad, labores culturales u otras actividades programadas en el vivero. El vaciado de la información fue llevado a cabo por el técnico responsable o persona encargada del vivero.

Cuadro 2. Llenado del formato de Indicadores de salud de la planta.

Fecha: 06 de mayo del 2019		Meta: 200, 000 plantas	
Nombre del vivero: Ejido Peñuelas, Pueblo Nuevo		Módulo 1	
Domicilio: Domicilio conocido, Peñuelas, Pueblo Nuevo, Chignahuapan, Puebla. México		Teléfono: 7971054567	
Especie: <i>Pinus gregii</i>		Nombre del técnico: Rodolfo Ramírez Hernández	
Variable	Características	Valor	Valor
1.- Desarrollo de la planta	Plantas achaparradas con deformaciones	1	10
	Plantas con crecimiento lento, sin deformaciones	5	
	Plantas con crecimiento normal	10	
2.- Marchitez	Más del 50% de las plantas con marchitez	1	10
	Menos del 10 % de Plantas presentan marchitez	5	
	Plantas sin marchitez	10	
3.- Adultos de la mosca fungosa	Abundante presencia de adultos de la mosca fungosa en la zona de producción	1	10
	Ligera presencia de adultos de la mosca fungosa en la zona de producción	5	
	No hay adultos en la zona de producción	10	
4.- Larvas de ciáridos	Más de 35 larvas en la raíz principal, excremento en el interior de la raíz	1	10
	Menos de 3 a 5 larvas, escaso excremento en el interior de la raíz	5	
	No daño por larvas en la raíz	10	
5.- Huevos y Pupas	Gran cantidad de huevos y pupas en el sustrato	1	10
	Rara vez huevos y pupas en el sustrato	5	

	No hay huevos ni pupas en el sustrato	10	
6.- Pudriciones	Plantas con más del 50% con síntomas de pudrición a nivel de cuello	1	10
	Entre 10 a 35% de las plantas con síntomas de pudrición a leves a severos	5	
	Plantas con menos del 1% de pudrición a nivel de cuello	10	
7.- Calidad de la raíz	Raíz principal con pudrición, ausencia de raíces laterales o con desprendiendo de la corteza	1	10
	Raíz principal con pudrición con raíces laterales sin desprendimiento de la corteza	5	
	Raíz principal y laterales sanas	10	
8.- Decoloración de follaje	Más del 50% de las plantas con follaje color marrón rojizo	1	10
	Entre 10 a 30 % de las plantas presentan una coloración amarillenta o violáceas	5	
	Plantas con follaje verde	10	
9.- Doblamiento del ápice o yema apical	Más del 50% de las plantas con doblamiento del ápice y con necrosis	1	10
	Menos del 45% de las plantas con doblamiento del ápice y ligeramente necrosis	5	
	Plantas sin doblamiento del ápice	10	
10.- Cancros, exudados y esporodoquios	Presencia de cancros, exudados y esporodoquios color blanco anaranjado en la base del tallo en más del 50% de las plantas	1	10
	Rara presencia de cancros, exudados y esporodoquios en la base del tallo en menos del 10 % de las plantas	5	
	Ausencia de cancros, exudados y esporodoquios en la base del tallo de las plantas.	10	
		Total =	100

La suma total de los valores es de 100 y la división por el número de indicadores resulta 10, esto indica que la condición de salud de la planta en el vivero Ejido Peñuelas, Pueblo Nuevo, Chignahuapan en el estado de Puebla es excelente para esa especie de pino y en esa fecha de evaluación. En el caso que un indicador no aporte información, no se mide, se puede remplazar por otro que el investigador o el técnico responsable del vivero considere más relevante. A medida que la persona

responsable del vivero se acostumbre a la metodología con los indicadores de salud, las observaciones pondrán ser más rigurosas y podrá auxiliarse de instrumentos adicionales. Por ejemplo: el uso de una lupa con un aumento de 30x para detectar la presencia de larvas en la raíz principal a nivel de cuello (indicador 4: Larvas de Ciáridos) o en el caso del indicador 5 (Huevos y Pupas) se puede utilizar un tamiz de 300 mallas.

Dentro de los 10 indicadores podemos considerar indicadores como los más importantes para detectar la presencia de la mosca fungosa y el hongo *Fusarium circinatum*, para especies de coníferas tanto para crecimiento cespitoso como indeterminado. A continuación, se enlistan: 1) Marchitamientos y apariencia del follaje, 2). Pudrición de raíz, 3) Adultos de la mosca fungosa y 4) Huevos, larvas y pupas el sustrato y raíz (Cuadro 3).



NOTA: Estos protocolos deberán ser evaluados y validados en campo con la finalidad de realizar los ajustes necesarios y ser muy prácticos en campo a la hora de realizar la evaluación por los técnicos de CONAFOR.

CONCLUSIONES

Estos índices fueron diseñados para la mosca fungosa (*Bradysia impatiens*) y el hongo *Fusarium circinatum* con la finalidad de detectar de manera temprana su presencia y poder establecer alguna medida de control ya sea físico, biológico, químico o una estrategia de manejo integrado.

El uso de indicadores de salud es una herramienta que nos ayuda evaluar la sanidad de la planta en el área de producción del vivero por especie o grupos de especies. Los índices propuestos en esta metodología son fáciles y prácticos para el viverista y conforme el técnico se familiarice con la metodología podrá ser más riguroso al calificar cada uno de los índices.

Cuadro 3. Indicadores de salud de la planta.

1. Marchitamiento y apariencia del follaje.	
<p>- Especies cespitosas</p>  <p>Pérdida de turgencia de la planta que, por lo general se debe a la falta de agua, además, hay pérdida de color verde de las acículas tornándose de color amarillo a marrón rojizo; las acículas se desprenden muy fácilmente de su base por la pudrición que existe a nivel del cuello y la raíz. Estos síntomas pueden llegar a causar la muerte de la planta. En la base del tallo de la planta pueden formarse estructuras reproductivas (esporodoquios) en condiciones de alta humedad relativa.</p>	<p>- Especies de crecimiento indeterminado</p>  <p>Marchitamiento del follaje y doblamiento del ápice con cambio de color de las acículas de verde a marrón rojizo. A medida que el patógeno coloniza los tejidos va a causar la muerte de la planta. En esta etapa puede observarse estructuras reproductivas del hongo (esporodoquios) sobre el tallo.</p>

2. Pudrición de la raíz.



En la pudrición hay un reblandecimiento, decoloración del floema y xilema con desintegración de tejidos de la planta como resultado de una infección fungosa. En especies cespitosas, la parte aérea de la planta (acículas) se desprende muy fácil, debido a que a nivel del cuello hay una pudrición y la raíz presenta esta misma condición en el sustrato. Esta raíz en su mayoría esta necrosada. En especies con crecimiento indeterminados hay pudrición del cuello de la raíz primaria y escasa raíces secundarias.

3. Mosca fungosa negra.

a) Adultos de la mosca fungosa



Cuando existe un ambiente cálido y con alta humedad hay un incremento de adultos de la mosca fungosa y de sus estadios larvales. En las mañanas se puede observar adultos de color pardo oscuro a negro en la superficie del sustrato o debajo del follaje; a medio día los adultos buscan la sombra para evitar el calor; muy a menudo los encontramos en las malezas del suelo (musgo, briofitas o pastos), debajo de las plantabandas o zonas sombreadas con mucha humedad ocasionadas por el riego.

b) Larvas de la mosca fungosa en raíz



Las larvas son filiformes, sin patas, cabeza esclerosada y el resto del cuerpo es transparente. Generalmente se encuentran a nivel del cuello de la planta, principalmente en la raíz primaria de donde se alimentan y facilitan la entrada de patógenos que ayudan a que se presente una pudrición en esta zona. Este insecto se ha asociado con el hongo *Fusarium*, el cual ocasiona el damping-off en preemergencia o postemergencia.

LITERATURA

- Altien, A.M., Nicholls, C.I. 2002. Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 64: 17-24.
- Norma Mexicana (NMX-AA-170-SCFI-2016). Certificación de la Operación de Viveros Forestales. 194 p.
<http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/10%20Material%20de%20Consulta/Normatividad%20Vigente/NMX-AA-170-SCFI-2016.pdf>.
- Marín-Cruz, V. H., D. Cibrián-Tovar, J. T. Méndez-Montiel, O. A. Pérez-Vera, J. A. Cadena-Meneses, H. Huerta, G. Rodríguez-Yam, y J. A. Cruz-Rodríguez. 2015. Biología de *Lycoriella ingenua* y *Bradysia impatiens* (Díptero: Sciaridae). Madera Bosques 21: 113-128.
- Agrios, N.G. 2005. Plant Pathology, Fifth Edition. Elsevier Academic Press, Inc. San Diego, California, USA 592 p.
- Cibrián, T.D. 2017. Fundamentos de Entomología Forestal. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo. México. 531.
- Hurley, B.P., B. Slippers, B.D. Wingfield, P. Govender, J.E. Smith y M.J. Wingfield. 2010. Genetic diversity of *Bradysia difformis* (Sciaridae: Diptera) populations reflects movement of an invasive insect between forestry nurseries. Biological Invasions 12(4):729-733.
- Cibrián T., D., D.S. García y M.B. Don Juan. 2008. Manual de identificación y manejo de plagas y enfermedades en germoplasma y planta producida en viveros. Comisión Nacional Forestal. México. 153 p.
- García, D.S.E., Aldrete, A., Alvarado, R.D., Cibrián, T.D., Méndez, M.J.T. Valdovinos, P.G., Equihua, M.A. 2017. Efecto de *Fusarium circinatum* en la germinación y crecimiento de plántulas de *Pinus greggii* en tres sustratos. Agrociencia 51: 895-908.

FORMULARIO CON LOS INDICADORES DE SALUD CON EL FIN DE INCORPORARLO AL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE PLAGAS EN VIVEROS FORESTALES.

Omar Alejandro Pérez Vera, oelejandrovers@gmail.com

Silvia Edith García Díaz, edith65@gmail.com

RESUMEN EJECUTIVO

México es un país rico en biodiversidad biológica y está ubicado entre los diez primeros países en el mundo, su riqueza se debe a que tiene una gran variedad de climas y relieves en gran parte del territorio nacional, pero esta gran diversidad se encuentra amenazado año con año por el avance de la mancha urbana y las actividades agrícolas y pecuarias que destruyen grandes extensiones de bosques forestales, dejando el suelo erosionado con poca posibilidad de regeneración de forma natural. Ante esta situación el gobierno mexicano junto con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) llevan a cabo la producción de planta para el Programa Nacional Forestal (PRONAFOR), esta planta debe cumplir con criterios de calidad para salir al campo y establecido en la norma mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016. Sin embargo, durante el ciclo de producción se presentan plagas y enfermedades que causan pérdidas de 10 hasta el 50% en los primeros meses, lo cual genera gastos no programados, siendo necesario establecer medidas sanitarias para evitar su incremento y su propagación de la enfermedad o plaga en el vivero. Por lo que se hace necesario establecer un formulario con los indicadores de salud con diferentes variables que pueden influir en la presencia de plagas o enfermedades. Cada indicador se estimó de manera separada y se le asigna un valor de 1 a 8 (siendo 1 el valor menos deseable, 4 un valor moderado o medio y 8 el valor más preferido) al final se suma cada uno de los indicadores de salud y se califica en base a cuatro categorías: excelente de 90 a 100 puntos; bueno de 50 a 79 puntos; regular de 25 a 49 puntos y malo menor de 25 puntos. Los índices de esta metodología son fáciles y prácticos para el viverista, y podrá ser más preciso al calificar cada indicador, es necesario validar esta metodología en campo en varios viveros forestales en México en el ciclo de producción del 2019-2020 para corregir algún indicador que no sea confiable.

INTRODUCCIÓN

La salud de las plantas de un vivero forestal puede verse afectado por plagas y enfermedades en cualquier etapa de desarrollo, estos organismos causan daño cuando las condiciones son favorables para su desarrollo en las zonas de producción de la planta. Algunos factores que influyen a que los organismos incrementen su población son la temperatura, humedad, hospedante y vector; estos factores pueden ser fácilmente inducidos por el hombre durante el ciclo de producción de planta por las labores culturales llevadas a cabo por los operadores en el vivero. Es común encontrar la mosca fungosa y el hongo *Fusarium* asociados con pérdida de planta en pre y postemergencia en las especies de pino y están presentes en primavera, verano y parte de otoño y con mayor población en la época de calor. Los principales daños ocasionados por la interacción insecto-hongo son el marchitamiento, decoloración del follaje, pudrición del cuello y raíz inducido por larvas de *Bradysia* y *Fusarium*; hay un doblamiento del brote principal en especies con crecimiento indeterminado y amarillamiento del follaje en especies con crecimiento cespitoso. Es necesario establecer indicadores que nos ayuden a detectar su presencia de una manera más oportuna y poder establecer algunas medidas de manejo de tipo cultural o químicos para disminuir su incidencia y daño en la producción, y así evitar la aparición de altas poblaciones que sean imposibles de controlar con el tiempo. Para mantener la calidad y salud de planta es necesario establecer algunos índices que podrían influir en la presencia o ausencia de plagas o enfermedades en los sitios de producción. A continuación, se propone un índice de indicadores de salud con el fin de incorporarlos en el sistema de alerta temprana para la prevención de plagas en los viveros.

DEFINICIONES

Desinfectante: Agente que destruye o inactiva a los patógenos del ambiente o de la superficie de la planta u órgano, antes de que ocurra la infección.

Enfermedad: Cualquier mal funcionamiento de las células y tejidos del hospedante, que resulta de la irritación continua por un agente patogénico o factor ambiental y que lleva al desarrollo de los síntomas.

Fitopatógeno: Parásito capaz de producir una enfermedad en una planta.

Larva: Estado inmaduro entre el huevo y la pupa de los insectos con metamorfosis completa (holometábolos).

Maleza: Cualquier especie vegetal que crece de manera silvestre o sin ser sembrada en una zona cultivada o controlada por el ser humano.

Patógeno: Entidad que causa enfermedad.

Plaga: Cualquier especie, raza, biotipo vegetal o animal, o agente patogénico dañino para las plantas o productos vegetales.

Pupa: Fase del insecto inactiva entre su fase larvaria y adulta.

Semilla: Componente de una fruta que alberga el embrión que puede derivar en una nueva planta.

Signo: Presencia externa y visible del agente causal de una enfermedad.

Síntoma: Reacciones o alteraciones internas y externas que sufre una planta como resultado de su enfermedad.

Sustrato: Material o mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos que da soporte y permite el crecimiento de la planta.

Vector: Agente transmisor de una enfermedad.

METODOLOGÍA

Se seleccionaron 21 indicadores de salud de la planta en viveros por ser los más frecuentes a encontrar en el área de producción y por favorecer la presencia de una plaga o enfermedad en el vivero (Cuadro 1). Para calificar a cada indicador se estima de manera separada y se le asigna un valor de 1 a 8 (siendo 1 el valor menos deseable, 4 un valor moderado o medio y 8 el valor más preferido) de acuerdo a las características presentes en el módulo de producción en el vivero; al final se suma cada uno de los indicadores de salud y se califica en base a cuatro categorías: excelente de 90 a 100 puntos; bueno de 50 a 79 puntos; regular de 25 a 49 puntos y malo menor de 25 puntos (Cuadro 2). Esta puntuación se obtiene aplicando los indicadores del cuadro 1. Estas variables a evaluar no están consideradas en la norma mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016 para la certificación de la operación de viveros forestales. Para el llenado de la información del formulario de indicadores de salud se toma datos de un vivero muestra en el estado de Puebla, México.

Cuadro 1. Formulario de indicadores de salud de planta en vivero.

Fecha de evaluación:		Módulo:	
Nombre del vivero:		Meta:	
Especie:		Nombre del técnico:	
Indicador	Descripción	Valor	Calificación
1.- Suelo interior	Suelo interior con malezas.	1	
	Suelo interior desnudo con ligera presencia de malezas.	4	
	Suelo interior cubierto con una malla plástica o gravilla sin malezas.	8	
2.- Malezas en el contenedor	Malezas presentes en contenedores con planta	1	
	Malezas < 90 % en contenedores con planta	4	
	Contenedores con planta libre de malezas	8	
3.- Compactación del suelo e infiltración de agua	Suelo compacto con acumulación de agua	1	
	Suelo ligeramente compacto y agua se infiltra lentamente	4	
	Suelo con buen drenaje	8	
4.- Restos de sustrato o material vegetal	Suelo interior y mesas portacontenedores con alta acumulación de sustrato y material vegetal	1	
	Suelo interior y mesas portacontenedores con ligera presencia de sustrato y material vegetal	4	
	Suelo interior y contenedores está libre de restos de sustrato o material vegetal.	8	
5.- Apariencia de la planta	Marchitez y más del 50% de plantas con follaje color marrón rojizo	1	
	Sin marchitez y entre 10 a 20 % de las plantas presentan una coloración amarillenta o violáceas	4	
	Plantas con follaje verde	8	
6.- Incidencia de plagas y enfermedades	Susceptible a la mosca fungosa y Fusarium, más del 50% de plantas con síntomas	1	
	Entre 20 a 30% las plantas con síntomas de leve a severo	4	
	Resistentes, menos del 5% de plantas con daños leves	8	
7.- Calidad del agua	Agua sin análisis fitopatológico y sin tratamiento de desinfección.	1	
	Agua con tratamiento de desinfección	4	
	Agua de riego con análisis fitopatológicos y tratada con un desinfectante.	8	
8.- Resistencia o tolerancia al estrés	Susceptibles a un estrés de agua	1	
	Soporta ligeramente un estrés de agua y se recupera lentamente	4	
	Tolera el estrés de agua y se recupera muy rápido	8	
9.- Riego	Riego es pesado y con escurrimientos	1	
	Riego es ligero sin escurrimientos	4	
	Riego es a capacidad de campo	8	
10.- Temperatura y Humedad	Temperatura > a 25 °C y Humedad relativa > a 70%	1	
	Temperatura < a 25 °C y Humedad relativa < a 70%	4	
	Temperatura < a 25 °C y Humedad relativa < a 70%	8	
	Dos o más hileras de mesas portacontenedores juntas	1	
	Escasa separación entre mesas portacontenedores	4	

11.- Distribución de mesas portacontenedores	Buena distribución entre las mesas portacontenedores	8	
12.- Distribución de contenedores con planta	No hay separación entre contenedores	1	
	Escasa separación entre contenedores	4	
	Contenedores deben estar separados al menos en uno de sus costados. Coníferas (5 cm) y latifoliadas (10 cm)	8	
13.- Trampas amarillas	No hay trampas amarillas en el módulo de producción	1	
	Hay trampas amarillas, no distribuidas adecuadamente	4	
	Hay trampas amarillas a cada 10 metros	8	
14.- Desinfección del equipo de trabajo	No se desinfecta el equipo de trabajo	1	
	Se lava con agua el equipo de trabajo	4	
	Se lava y desinfecta el equipo de trabajo	8	
15.- Estación de higiene	No hay un módulo de desinfección para manos y calzado	1	
	Solo hay un tapete en la entrada del vivero	4	
	Hay un módulo de desinfección para mano y calzado en cada modulo	8	
16.- Sustrato	Tierra de monte	1	
	Sustrato artificial no esterilizado	4	
	Sustrato esterilizado (físico o químico)	8	
17.- Fertilización	No se fertiliza	1	
	Se fertiliza solo una vez	4	
	Se fertiliza en todas las etapas de desarrollo	8	
18.- Tapete sanitario en el vivero	No hay tapete sanitario en la entrada principal	1	
	Hay tapete sanitario sin desinfectante	4	
	Hay tapete sanitario en entrada del vivero con desinfectante	9	
19.- Desinfección instalaciones	No se desinfecta el módulo en cada ciclo de producción	1	
	Únicamente se limpia el módulo de producción	4	
	Se limpia y desinfecta el módulo en cada ciclo de producción	8	
20.- Sanidad de la semilla	Semilla no desinfectada	1	
	Semilla desinfectada	4	
	Semilla certificada	8	
21.- Malla de cultivo	Mantiene la malla de cultivo todo el ciclo de producción	1	
	Se retira algunas veces en el ciclo de producción	4	
	Se retira totalmente en la última etapa de crecimiento de la planta	8	
Total =			

Cuadro 2. Categorías del estado de salud de planta en vivero

Categorías			
Excelente	Bueno	Regular	Malo
90-100	50-79	25-49	<25

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El formato se vació con datos del Vivero Forestal Militar Perote con producción de planta de *Pinus cembroides*, con una meta de 200, 000 plantas (Cuadro 2). El recorrido se llevó a cabo a medio día con el técnico responsable del vivero.

Cuadro 3. Llenado del formulario de indicadores de salud de planta en vivero.

Fecha de evaluación: 03 de junio del 2019		Meta: 200,000	
Nombre del vivero: Vivero Forestal Militar Perote		Modulo: 1	
Especie: <i>Pinus cembroides</i>		Nombre del técnico: Emanuel Soto Jiménez	
Indicador	Descripción	Valor	Calificación
1.- Suelo interior	Suelo interior con malezas	1	8
	Suelo interior desnudo con ligera presencia de malezas	4	
	Suelo interior cubierto con una malla plástica o gravilla sin malezas	8	
2.- Malezas en el contenedor	Malezas presentes en contenedores con planta	1	4
	Malezas < 90 % en contenedores con planta	4	
	Contenedores con planta libre de malezas	8	
3.- Compactación e infiltración de agua	Suelo compacto con acumulación de agua	1	4
	Suelo ligeramente compacto y agua se infiltra lentamente	4	
	Suelo con buen drenaje	8	
4.- Restos de sustrato o material vegetal	Suelo interior y mesas portacontenedores con alta acumulación de sustrato y material vegetal	1	1
	Suelo interior y mesas portacontenedores con ligera presencia de sustrato y material vegetal	4	
	Suelo interior y contenedores está libre de restos de sustrato o material vegetal.	8	
5.- Apariencia de la planta	Marchitez y más del 50% de plantas con follaje color marrón rojizo	1	4
	Sin marchitez y entre 10 a 20 % de las plantas presentan una coloración amarillenta o violáceas	4	
	Plantas con follaje verde	8	
6.- Incidencia de plagas y enfermedades	Susceptible a la mosca fungosa y Fusarium, más del 50% de plantas con síntomas	1	4
	Entre 20 a 30% las plantas con síntomas de leve a severo	4	
	Resistentes, menos del 5% de plantas con daños leves	8	
7.- Calidad del agua	Agua sin análisis fitopatológico y sin tratamiento de desinfección.	1	1

	Agua con tratamiento de desinfección	4	
	Agua de riego con análisis fitopatológicos y tratada con un desinfectante.	8	
8.- Resistencia o tolerancia al estrés	Susceptibles a un estrés de agua	1	8
	Soporta ligeramente un estrés de agua y se recupera lentamente	4	
	Tolera al estrés de agua y se recupera muy rápido	8	
9.- Riego	Riego es pesado y con escurrimientos	1	4
	Riego es ligero sin escurrimientos	4	
	Riego es a capacidad de campo	8	
10.- Temperatura y Humedad	Temperatura > a 25 °C y Humedad relativa > a 70%	1	4
	Temperatura < a 25 °C y Humedad relativa > a 70%	4	
	Temperatura < a 25 °C y Humedad relativa < a 70%	8	
11.- Distribución de mesas portac contenedores	Dos o más hileras de mesas portac contenedores juntas	1	1
	Escasa separación entre mesas portac contenedores	4	
	Buena distribución entre las mesas portac contenedores	8	
12.- Distribución de contenedores con planta	No hay separación entre contenedores	1	1
	Escasa separación entre contenedores	4	
	Contenedores deben estar separados al menos en uno de sus costados. Coníferas (5 cm) y latifoliadas (10 cm)	8	
13.- Trampas amarillas	No hay trampas amarillas en el módulo de producción	1	4
	Hay trampas amarillas, no distribuidas adecuadamente	4	
	Hay trampas amarillas a cada 10 metros	8	
14.- Desinfección del equipo de trabajo	No se desinfecta el equipo de trabajo	1	4
	Se lava con agua el equipo de trabajo	4	
	Se lava y desinfecta el equipo de trabajo	8	
15.- Estación de higiene	No hay un módulo de desinfección para manos y calzado	1	1
	Solo hay un tapete en la entrada del vivero	4	
	Hay un módulo de desinfección para mano y calzado en cada modulo	8	
16.- Sustrato	Tierra de monte	1	4
	Sustrato artificial no esterilizado	4	
	Sustrato esterilizado (físico o químico)	8	
17.- Fertilización	No se fertiliza	1	8
	Se fertiliza solo una vez	4	
	Se fertiliza en todas las etapas de desarrollo	8	
18.- Tapete sanitario en el vivero	No hay tapete sanitario en la entrada principal	1	1
	Hay tapete sanitario sin desinfectante	4	
	Hay tapete sanitario en entrada del vivero con desinfectante	9	
19.- Desinfección instalaciones	No se desinfecta el módulo en cada ciclo de producción	1	4
	Únicamente se limpia el módulo de producción	4	
	Se limpia y desinfecta el módulo en cada ciclo de producción.	8	
20.- Sanidad de la semilla	Semilla no desinfectada	1	4
	Semilla desinfectada	4	
	Semilla certificada	8	
21.- Malla de cultivo	Mantiene la malla de cultivo todo el ciclo de producción	1	8
	Se retira algunas veces en el ciclo de producción	4	
	Se retira totalmente en la última etapa de crecimiento de la planta	8	
Total =			82

Cuadro 4. Indicadores de salud en viveros forestales

Categorías			
Excelente	Bueno	Regular	Malo
90-100	50-89	25-49	<25

El Vivero Forestal Militar Perote, obtuvo una puntuación de 82 puntos, lo ubica en la categoría de bueno (50 a 89 puntos), esto indica que la planta esta creciendo en buenas condiciones para no ser afectada por plagas y enfermedades, sin embargo, en una categoría excelente significa que el módulo de producción en el vivero cumple satisfactoriamente con todos los indicadores salud a diferencia de una categoría mala, la planta es muy susceptible a la al ataque de plagas y enfermedades. Durante el registro de datos, algunos indicadores como restos de sustratos o material vegetal, calidad del agua, distribución de mesas portacontenedores y contenedores, y estaciones de desinfección de manos y calzado la calificación fue de 1, esto nos señala que es necesario corregir estos indicadores para obtener una calificación alta. Por ejemplo: Una estación de desinfección de manos y calzado ayuda evitar la entrada de patógenos hacia la zona producción o cuando los operadores realizan actividades como eliminación de planta es necesario que se desinfecten las manos para evitar la propagación de patógenos hacia otras zonas libres del vivero. Estos indicadores se evaluarán para cada especie o especies en los módulos de producción y resultan fáciles, y prácticos de utilizar para los viverista.

NOTA: Estos protocolos deberán ser evaluados y validados en campo con la finalidad de realizar los ajustes necesarios y ser muy prácticos en campo a la hora de realizar la evaluación por los técnicos de CONAFOR.

CONCLUSIONES

Los indicadores de salud nos ayudan a detectar de manera temprana la presencia una plaga o enfermedad en los viveros, si uno o varios indicadores tiene un puntaje bajo, es necesario corregirlo sin descuidar los otros indicadores por el viverista. Este formulario es práctico, sencillo y requiere poco tiempo para familiarizarse. Además, clasifica sanidad de un vivero en cuatro categorías en base a un puntaje y se le asigna una categoría. Para corregir algunos índices es necesario llevar a validación de campo en varios viveros.

LITERATURA CONSULTADA

- Leslie, J.F., and Summerell, B.A. 2006. The *Fusarium* Laboratory Manual. Ames, Iowa: Blackwell Publishing Asia. 388 p
- García, D.S.E., Aldrete, A., Alvarado, R.D., Cibrián, T. D., Méndez, M.J.T., Valdovinos, P.G., Equihua, M.A., 2017. Efecto de *Fusarium circinatum* en la germinación y crecimiento plántulas de *Pinus greggii* en tres sustratos. *Agrociencia*, 51: 895-908. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n8/1405-3195-agro-51-08-895-en.pdf>.
- Cibrián, T.D. 2017. Fundamentos de Entomología Forestal. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Mexico. 531.
- Norma Mexicana (NMX-AA-170-SCFI-2016). Certificación de la Operación de Viveros Forestales. 194 p. <http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/10%20Material%20de%20Consulta/Normatividad%20Vigente/NMX-AA-170-SCFI-2016.pdf>.
- Marín-Cruz, V. H., D. Cibrián-Tovar, J. T. Méndez-Montiel, O. A. Pérez-Vera, J. A. Cadena-Meneses, H. Huerta, G. Rodríguez-Yam, y J. A. Cruz-Rodríguez. 2015. Biología de *Lycoriella ingenua* y *Bradysia impatiens* (Diptero:Sciaridae). *Madera Bosques* 21: 113-128.
- Agrios, N.G. 2005. Plant Pathology, Fifth Edition. Elsevier Academic Press, Inc. San Diego, California, USA592 p.
- Muñoz, L.C., Pérez, F.V., Cobos, S.P., Hernández, A.R., Sánchez, P.G., 2003. Sanidad Forestal. Guía en imágenes de plagas, enfermedades y otros agentes presentes en los montes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 575 p.