

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

Combate y control de *Phytophthora cinnamomi* Rands, en árboles de encino por medio de Tratamiento Biológico

Gerencia de sanidad



Control y Combate de *Phytophthora cinnamomi* Rands, en árboles de encino por medio de Tratamiento Biológico

Primera edición, 2010

© Comisión Nacional Forestal, 2010

Modificación en enero 2013

Coordinación General de Conservación y Restauración

Gerencia de Sanidad

Autor: Ernesto Ilizaliturri P. y Carlos A. Magallón M.

Fotografías: Ernesto Ilizaliturri P., Alejandra Cruz. G. Raul Altuzar M. y Francisco Bonilla. T.

La Comisión Nacional Forestal autoriza la reproducción total o parcial de la información contenida en el Manual Control y Combate de *Phytophthora cinnamomi* Rands, en árboles de encino por medio de Tratamiento Biológico , siempre que se citen al documento y a la institución como referencia.

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

Control y Combate de *Phytophthora cinnamomi* Rands, en árboles de encino por medio de Tratamiento Biológico

Comisión Nacional Forestal
Coordinación General de Conservación y Restauración
Gerencia de Sanidad

Índice

1	Introducción
1	Factores que predisponen o contribuyen a la presencia de la enfermedad
2	Principales características
4	Desarrollo de la enfermedad
6	Sintomatología
7	Métodos de Control y Combate
9	Objetivos de la aplicación de Trichoderma
9	Materiales y Métodos
10	Preparación de la mezcla madre
13	Dilución de la mezcla madre
13	Aplicación
15	Recomendaciones
17	Bibliografía



Introducción

El marchitamiento o declinación de los encinos es causado por el hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands, en México es una de enfermedad muy destructiva, que está matando robles y encinos en cantidades epidémicas. Es una enfermedad que invade e inhabilita el sistema conductor de agua. Los robles rojos jóvenes son más vulnerables a la enfermedad y donde se observan los síntomas más marcadamente, ya que son afectados con mayor severidad debido a su tendencia de iniciar su crecimiento a través de brotes de raíces y formar redes inmersas e interconectadas que facilitan el desplazamiento del hongo entre árboles vecinos (Appel, 1995).

Factores que predisponen o contribuyen a la presencia de la enfermedad

- Incendios forestales
- Pobres condiciones del suelo
- Sequía prolongada
- Presencia de plagas
- El Sobre pastoreo
- Bosques sin manejo silvícola

Cuando están presentes uno o más de estos factores se presenta estrés en el arbolado y aumenta la susceptibilidad a la enfermedad.

Principales características

Phytophthora cinnamomi Rands

- 1 Clase: Oomicetes
- 2 Orden: Peronosporales
- 3 Familia: Pythiaceae
- 4 Género: *Phytophthora*

Ciclo biológico

Esta clase de hongo es muy diferente a otros hongos, son acuáticos o viven parasitando a otras algas, mohos de agua, animales pequeños y otras formas de vida acuática. Los más complejos de esta clase son parásitos terrestres de plantas que pasan su ciclo de vida completamente en el hospedero y dependen del aire para la diseminación de sus esporas. (Alexopoulos 1969).

Phytophthora cinnamomi necesita agua libre para desarrollarse, pero puede vivir en el suelo sobre materia orgánica durante varios años. Cuando las condiciones de

humedad son favorables, *Phytophthora cinnamomi* desarrolla esporangios que al germinar liberan zoosporas capaces de nadar hasta las raíces de los hospederos hasta 35 mm en agua estancada o grandes distancias en corriente.

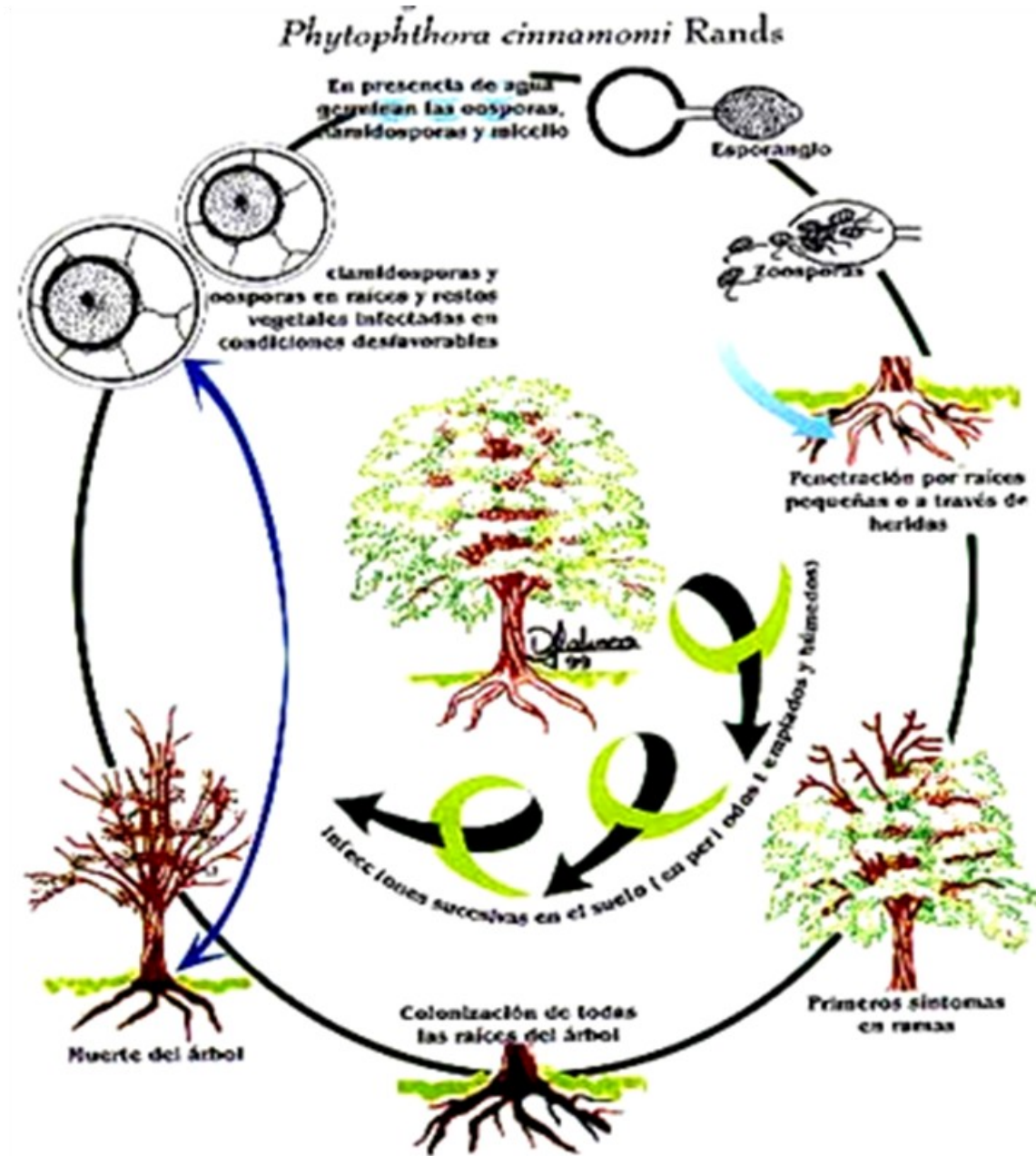


Imagen: Enfermedades de Raíces. Autores: Stefano Arellano y Susana da Costa. Pag. 3. www.webs.uvigo.es/esilanes/enfer6.pdf

Desarrollo de la enfermedad.

El desarrollo de la enfermedad tiene lugar en suelos mal drenados y que tengan periodos de exceso de humedad, debido a un excesivo riego o a temporadas alta de lluvias. El patógenos se puede diseminar desde el vivero de plantas infectadas, ya sea por herramientas, por agua que puede contener zoosporas y por raíces infectadas. Las zoosporas son atraídas por la región de elongación de las raíces absorbentes, probablemente a la exudación de aminoácidos en esta zona.

Las lesiones aparecen entre las 24 y 72 horas y el micelio se puede encontrar en pequeñas raíces.

La infección del patógeno es óptima a una temperatura del suelo entre 21 y 30°C y no hay prácticamente infección por encima de 33°C o por debajo de 9-12°C. El pH óptimo para el desarrollo de la enfermedad es de 6.5 (Zentmeyer, 1980, en López Herrera 2004, Besoain, 1998).

Las zoosporas son atraídas por electrotactismo hacia las raicillas absorbentes donde penetran directamente o por zonas lesionadas. El patógeno invade progresivamente el sistema radicular, extendiéndose por la zona del cambium hacia todo el árbol y produciendo finalmente la muerte.

La pudrición de raíces puede afectar árboles de todas las edades, incluyendo árbo-

les jóvenes de vivero. Es más grave en suelos livianos con drenaje impedido por un subsuelo de arcilla o roca. Tanto la excesiva humedad del suelo como las condiciones de estrés hídrico por sequía pueden acelerar los síntomas de la enfermedad o cuando hay exceso de sales. Prospera en temperaturas de 20 a 25 °C ambiente y con temperaturas de suelo entre 21 a 30 °C.

Sintomatología

De manera individual los encinos afectados por la enfermedad presentan un declinamiento general y progresivo de la copa, debido a la afectación a nivel de las raíces, lo que limita la absorción y transporte de nutrientes. Los síntomas reconocibles de manera visual son los siguientes:

En la primera etapa de la enfermedad se observa un amarillamiento en las hojas y muerte de algunos brotes en la parte superior del árbol (*foto 1*).



Foto 1

En la segunda etapa debido a la colonización de la mayor parte de las raíces se observa la muerte de la parte superior de la copa, se presentan canchales a nivel del fuste con algunas exudaciones de color oscuro (Foto 2).



Foto 2

En la tercera etapa se observan defoliaciones severas, con muerte de la mayor parte de la copa (Foto 3 y 4). En la base del árbol observamos una pudrición que avanza de las raíces al

cuello del árbol a unos 50 cm sobre la base del tronco (Foto 5), con la aparición de grietas en la corteza que se desprenden con facilidad, los fustes presentan manchas negras, troncos deformes, abultamiento de la corteza en ramas y fustes por donde mana exudado negro, azulado y gomoso (Foto 6), (Mansilla et al, 2003).



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6

De manera general en los rodales afectados se observan manchones de árboles secos dispersos en el bosque (Foto 7), cada manchón evidencia un avance de la enfermedad hacia todos lados, pues la enfermedad se propaga por vía radicular de un árbol vecino a otro, debido a que las raíces se entrelazan o están en contacto.



Foto 7

Métodos de Control y Combate

Control Químico

El control químico es uno de los métodos que se han utilizado para el control de

Phytophthora cinnamomi, se han obtenido resultados aceptables con productos sistémicos, particularmente con fosetil aluminio y metalaxil que son aplicados foliar, al suelo o por inyecciones al fuste del árbol. Otros agroquímicos que se han utilizado son etridiazol, furalaxil y propamocard. Todos ellos detienen el crecimiento de *P. cinnamomi* en las raíces infectadas, son especialmente útiles para la prevención de la enfermedad.

Control Biológico

El agente de control biológico que se utilizan para controlar a *Phytophthora c.*, se comporta de forma “antagonista”.

Los antagonistas pueden actuar de diferentes formas:

- Colonizando el suelo o partes de la planta, ocupando un espacio físico y evitando que los patógenos sigan multiplicándose,
- Produciendo proteínas (enzimas líticos) que actúan destruyendo la pared celular de los patógenos,
- Promoviendo el desarrollo de la planta y activando los mecanismos de defensa de la planta.

P. cinnamomi es un patógeno sensible a la acción de *Trichoderma harzianum* como agente de control biológico (Kelley, 1977).

Algunos agentes de biocontrol utilizan solo uno de estos mecanismos pero los más eficaces despliegan, simultánea o secuencialmente, varios métodos de control. Este es el caso del hongo *T. harzianum* (Harman et al 2004). *Trichoderma* al ser aplicado al suelo se desarrolla rápidamente, dando protección a la raíz contra patógenos y es efectivo contra *Phytophthora cinnamomi.*, inhibiendo el crecimiento de hongos patógenos del suelo mediante procesos de competencia natural formando una co-
 raza alrededor de la raíz de la planta y procesos de micro parasitismo de hongos parásitos.

Objetivos de la aplicación de Trichoderma:

Detener el avance de la enfermedad con lo que se evitará la disminución de la masa arbolada.

Materiales y métodos

A continuación se enlista los materiales y equipo necesario. Una carga de mezcla madre está calculada para una superficie de 1 hectárea con densidades entre 50 a 100 árboles por hectárea.

CONCEPTO	CANTIDAD	OBJETIVO
<i>Trichoderma harzianum</i>	200 gr	Hongo antagonista <i>Phytophthora cinnamomi.</i>
Lombricomposta	4.5 kg	Elemento nutritivo de la mezcla.
Melaza	4 l	Elemento nutritivo y energético de la mezcla.
Alimento canino (croquetas)	60 gr	Elemento nutritivo de la mezcla.
Complejo B 12	2 ml	Elemento nutritivo de la mezcla.
Agua	200 l	Para hacer la mezcla.
Camioneta	1	Trasporte de personal e insumos.

CONCEPTO	CANTIDAD	OBJETIVO
Contenedor de plástico de 200 l	1	Preparación de la mezcla madre
Contenedor de metálico de 200 l	10	Almacenamiento de agua
Cubetas de 10 l De capacidad.	8	Llenado de bidones y mochilas aspersoras
Mochilas aspersoras de 20 l	20	Aplicación del producto al arbolado
Bidón de plástico de 20 l	25	Acarreo de la mezcla madre y agua.
Bidón de plástico de 40 l	1	Guardar la melaza
Una Pesa de 10 kg	1	Pesar diversos ingredientes de la mezcla.
Caballos o mulas	8	Transporte de agua y mezcla madre
Embudos	6	Llenado agua a las mochilas aspersoras.
Jeringa desechable de 5 ml	1	Dosificación del complejo B12.
Franelas y/o jergas	10	Limpieza de material y equipo.
Palos de madera de 1.50 m	2	Homogenizar la mezcla madre.
Cuerda de nylon	50 m	Sujetar los bidones a los caballos y/o mulas
Báscula granataria de 10 kg	1	Pesaje de los ingredientes
Jeringa desechable	1	Dosificación del complejo vitamínico B-12.

Preparación de la mezcla madre

La preparación de la mezcla madre de forma manual posiblemente requiera de mayor esfuerzo físico y un poco más de tiempo, el preparado de esta manera se puede realizar muy cerca de los sitios a sanear, el sitio para preparar la mezcla madre debe de ser sombreado, plano, y que se tenga una fuente de agua cercana.

1. En una cubeta de plástico limpia con capacidad de 19 l agregar 10 l de agua limpia y 200 gr del hongo *Trichoderma*; se deberá dejar reposar por un periodo de 3 hrs previo a la preparación de la mezcla, esto con el

objeto de iniciar su activación. Durante este periodo la cubeta deberá estar tapada y en la sombra.

2. . En el contenedor de plástico con capacidad de 200 l se le adicionan 180 l de agua.
3. Se adicionan 4.5 kg lombricomposta, este debe de estar previamente cer- nida, agitar la mezcla de manera manual en forma circular (2 personas) por espacio de 15 a 20 minutos (foto 8).



Foto 8

4. Se adiciona 60 gr de alimento canino (croquetas), previamente molido para evitar la formación de grumos, continuar agitando la mezcla.

5. Adicionar 4 l de melaza, debido a su viscosidad se recomienda realizarlo sin parar de agitar la mezcla.
6. Con la jeringa de 5 ml Agregar 2 ml Del complejo vitamínico B12, continuar agitando la mezcla (Foto 9).



Foto 8

7. Finalmente se agrega el hongo Trichoderma a la mezcla, a partir de ese momento el compuesto deberá agitarse sin parar por un lapso de 5 hrs y con 2 personas simultáneamente; tiempo suficiente para lograr la reproducción masiva del hongo antagonico.
8. Una vez terminada la mezcla agregar los 20 l de agua faltante al contenedor.

La etapa más laboriosa es el traslado del producto desde el lugar de preparación hasta los sitios de aplicación. El traslado de la mezcla deberá realizarse en las primeras horas del día, hora en que las temperaturas son frescas y propicias para su conservación.

Dilución de la mezcla madre

Antes de llenar las mochilas aspersoras, se hace una dilución de la mezcla madre para su aplicación de la siguiente manera:

- Con la mochila aspersora lavada y seca se adicionan 7 l de mezcla madre.
- Adicionar 13 l de agua limpia.
- Agitar vigorosamente la mochila durante un minuto.

La aplicación del producto con bombas aspersoras deberá ser sin boquilla, esto con la finalidad de tener mejor rendimiento y menor desperdicio.

Aplicación

Los días más favorables para realizar la aplicación de *T. harzianum* son en la época de lluvia, días nublados, frescos, y húmedos, por tal razón se recomienda que la aplicación se efectúe en las primeras horas del día y se termine antes de las 12 del

día, hora que empieza a subir la temperatura, es recomendable que la mezcla no rebase una temperatura de 18°C.

La mezcla se aplica en la zona de goteo del árbol de manera uniforme, cuidando que quede bien hidratada la zona tratada.

La cantidad de mezcla a aplicar por árbol se hará considerando diámetros y densidades:

- Diámetros de 0.5 a 15 cm será de 0.5 l.
- Diámetros de 20 a 35 cm será de 1 l.
- Diámetros de 35 a 50 cm será de 1.5 l.

Estas cantidades se podrán adecuar (+ -) conforme se esté avanzando en el tratamiento y los diámetros del arbolado que se presenten.

Se deberá hacer un cinturón de seguridad de 10 a 50 metros de ancho de la orilla de los rodales infectados hacia fuera, en el momento de la aplicación, esto dependerá de la virulencia de la enfermedad.

Es importante mencionar que el arbolado afectado por *Phytophthora cinnamomi*., se debe considerar primeramente el número de árboles a tratar, debido a que no se

hacen derribos, solamente se aplica la mezcla de *T. harzianum* en las áreas de goteo de todos los árboles que se encuentran dentro del polígono, ya sea que presenten o no daños por la infección, pues *Phytophthora cinnamomi* Se encuentra en el suelo y se disemina de forma muy rápida por vía radicular y al contacto con las raíces de los árboles vecinos, el tiempo que tarda esta acción es aproximadamente de 72 horas.

Cuando se trate bosques o selvas con coberturas arbóreas cerradas, húmedas y frescas es factible trabajar todo el día, por lo que se pueden preparar una 2ª o 3ª mezcla madre. Es muy importante la aplicación de toda la mezcla madre el mismo día, ya que pierde sus propiedades y carecerá de efectividad.

La evidencia de los avances de efectividad del tratamiento se observaran en cuatro meses aproximadamente

Recomendaciones:

Delimitación del cinturón de seguridad de 10 a 50 metros de ancho de la orilla de los rodales infectados hacia fuera en el momento de la aplicación, con la finalidad de hacer un cerco protector para los árboles que aún no han sido infectados vía radicular, esto dependerá de la virulencia de la enfermedad.

Realizar obras de restauración de suelos.

Instalar parcelas de muestreo para fomentar e identificar especies arbóreas más resistentes a la enfermedad del patógeno.

La madera que se extraiga del bosque, deberá primero ser tratada y después transportada según destino final de este material vegetativo.

Envolver la leña/madera perfectamente, para no diseminar las esporas y hongos del patógeno por el bosque.

Extremar las precauciones en la extracción de árboles secos para ser usados como leña por los pobladores, puesto que en su traslado se va diseminando las esporas del patógeno.

Es importante tener datos de georeferenciación de las áreas o polígonos infectados así como los sitios donde se harán los muestreos.

Se deberá integrar un expediente fotográfico antes, durante y después del tratamiento, para revisar avances de resultados de las aplicaciones realizadas.

Bibliografía:

Arellano, S. Stefano. Da Costa, Susana. Ciclo Biológico del patógeno *Phytophthora cinnamomi*. Enfermedades de Raíces. Pag.3 www.webs.uvigo.es/esilanes/enfer6.pdf

ZENTMYER, G.A. 1980. *Phytophthora cinnamomi* and the diseases it causes. The American Phytopathological Society, Monograph No 10, ST. Paul Minnesota 55121. USA.

Agrios, N.G. 1985. Fitopatología. Trad. Por M. Guzmán O. Editorial Trillas. Mex.

Kelley, W.D. 1977. Interactions of *Phytophthora cinnamomi* and *Trichoderma* spp, in relación to propagule production in soil cultures at 26 C. 1977.

Martin, G.W. & C.J. Alexopoulos (1969). The Myxomycetes. University of Iowa Press, Iowa City.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

DIRECTORIO

Ing. Jorge Rescala Pérez

Director General

Dr. Octavio S. Magaña Torres

Coordinador General de Conservación y Restauración

Dr. Jaime Villa Castillo

Gerente de Sanidad

Periférico Poniente 5360

Col. San Juan de Ocotán

Zapopan, Jalisco

C. P. 45019

www.conafor.gob.mx

Correo electrónico:

jvilla@conafor.gob.mx

cmagallon@conafor.gob.mx

Teléfonos: 37777000 ext. 2900, 2901 y 2902.

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL