

EFECTO DE BIOPREPARADOS CON BACTERIAS Y *Trichoderma* SOBRE EL CONTROL DE *Phymatotrichopsis omnivora* (DUGGAR) HENNEBERT, EN NOGAL (*Carya illinoensis*), BAJO LAS CONDICIONES DE LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA, MEXICO

Guerrero Ruiz, José Cosme y Canseco Vilchis, Eduardo Pablo

Cuerpo Académico de Biotecnología Agrícola. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. Email: cosmeguerrero@hotmail.com

Resumen

El uso de Biopreparados de bacterias y hongos para contrarrestar el efecto de la Pudrición Texana causada por *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert, en árboles de nogal (*Carya illinoensis*) variedad Wichita de dos años de edad y con síntomas de la enfermedad al inicio de la investigación, han sido evaluados en esta investigación en donde concentrados de Bacterias (*Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter sp.*, *Nitrosomonas sp.*, *Nitrobacter sp.*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus spp.* y *Micrococcus sp.*) y el hongo *Trichoderma harzianum* cepa B-11, han sido utilizados tanto solos y en combinación en dosis de 2 y 4 L ha⁻¹. El diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones para cada uno de los seis tratamientos y el testigo. La dosis total para cada tratamiento se dividido en dos partes con separación de dos semanas entre las aplicaciones. Los mejores tratamientos correspondieron al T-2 Biopreparado de Bacterias (4.0 L ha⁻¹), el T-4 *Trichoderma* (4.0 L ha⁻¹) y T-5 Bacterias+*Trichoderma* (2.0+2.0 L ha⁻¹) los cuales lograron inhibir los daños foliares de los árboles tratados.

Palabras Claves: *Agricultura Orgánica, Pudrición Texana, Sustentabilidad.*

Abstract

The use of mixtures of bacteria and fungi to counteract the effect of root rot *Phymatotrichopsis omnivorous* (Duggar) Hennebert on walnut trees (*Carya illinoensis*) variety Wichita two years old with symptoms of the disease have been evaluated in this research, where mixtures of bacteria (*Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter sp.*, *Nitrosomonas sp.*, *Nitrobacter sp.*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus spp.* and *Micrococcus sp.*) and the fungus *Trichoderma harzianum* strain B-11, have been used both alone and in combination at doses 2 and 4 L ha⁻¹. The experimental design of randomized blocks with 4 replicates each of the six treatments and the control. The total dose for each treatment was divided into two parts with two-week separation between applications. The best treatments corresponded to T-2 Bacteria Mixture (4.0 L ha⁻¹), the T-4 *Trichoderma* (4.0 L ha⁻¹) and T-5 Bacteria+*Trichoderma* Mixture (2.0+2.0 L ha⁻¹) which were able to inhibit the leaf damage of treated trees.

Key Words: *Organic Agriculture, Root Rot, Sustainability.*

Introducción

La agricultura actual debe presentar la tendencia a lo sustentable, ya que la producción de alimentos sin contaminación y de altos rendimientos son prioridades que deben implementarse. Los microorganismos del suelo juegan un papel importante en estos objetivos. El presente trabajo tiene como finalidad evaluar los biopreparados de diferentes bacterias y de biopreparados con el hongo *Trichoderma harzianum* cepa B-11 para el control de la Pudrición Texana causada por *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert. para evaluar su efecto antagonico en el cultivo del nogal, que ayuden a optimizar el rendimiento y calidad de nueces.

La presencia de microorganismos en el suelo es importante, ya que convierten a la materia orgánica en sustancias nutritivas que son absorbidas por las plantas, así como la protección de las raíces de la infección por patógenos del suelo, que habitan en forma natural en este componente.

Durante los últimos 50 años, el amplio uso de pesticidas y fertilizantes ha ayudado a los agricultores a cumplir con la demanda de la gran variedad de hortalizas, frutales y granos. Sin embargo, actualmente la preocupación de la seguridad en la salud y el ambiente están cambiando la manera de usar los fertilizantes y pesticidas en la producción agrícola. La Sustentabilidad biológica deberá reducir las altas dosis de fertilización y pesticidas. Debido a la necesidad de conservar los recursos primarios como son tierra y agua, se hace imperante el uso de tecnología e insumos que permitan la conservación natural de las características del suelo y agua, y así, poder preservar para las nuevas generaciones las bases productivas necesarias para su alimentación. De esta manera el uso incorrecto de fertilizantes químicos (por excesos) y pesticidas han afectado al ambiente y ocasionado problemas asociados con: seguridad, cantidad y calidad de los alimentos, así como los efectos en la salud humana y animal.

La Clasificación de los suelos en base a su actividad microbiológica. Es de suma importancia analizar los tipos de suelo y su relación con los microorganismos, de acuerdo al investigador japonés Higa (1), los suelos pueden clasificarse en:

- a) **Suelos Inductores de enfermedades.** Donde los organismos antagónicos son favorecidos y son típicos de lugares donde se aplican altas cantidades de fertilizantes químicos y agroquímicos. En estos suelos las plagas y enfermedades son numerosas y dañan fuertemente a los cultivos.
- b) **Suelos Supresores de enfermedades.** En este tipo de suelos, los microorganismos producen sustancias antibióticas y de esta manera los patógenos del suelo no se desarrollan eficientemente, tal es el caso de microorganismos como: *Trichoderma*, *Streptomyces* los cuales inhiben a los hongos como ejemplo tenemos a *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Phytophthora*.
- c) **Suelos Zimogénicos.** Cuando el suelo presenta microorganismos como bacterias productoras de ácido láctico y levaduras. Cuando se aplica materia orgánica con altos niveles de nitrógeno, este suelo produce un aroma fermentado. En este caso las poblaciones de hongos saprófitos positivos se ven incrementados, mientras que géneros patógenos como *Phytophthora* y *Fusarium* son detectados en poblaciones reducidas.
- d) **Suelos Sintéticos.** Estos contienen microorganismos que sintetizan nutrientes, tales como bacterias fotosintéticas y fijadoras de nitrógeno. Bajo condiciones de humedad estable, la calidad del suelo se ve mejorada al agregar un pequeño volumen de materia orgánica. En este tipo de suelos la supresión de patógenos es más segura.
- e) **Suelo Zimogénico-Sintético.** Se le llama así cuando existe la combinación de las características de los suelos zimogénicos y sintéticos, el cual constituye el suelo ideal para la producción agrícola.

Microorganismos importantes en la agricultura.

A continuación se describen los microorganismos de mayor importancia a considerar en los sistemas agrícolas sustentables y su acción en el suelo según EM Technologies en 1996 (2):

- a) **Bacterias Fotosintéticas.** Llamadas también foto-trópicas, son microorganismos autosuficientes e independientes. Estas bacterias sintetizan sustancias que las raíces secretan de la materia orgánica y utilizan la luz del sol y calor del suelo como fuentes de energía. Asimismo secretan aminoácidos, ácidos nucleídos, sustancias bioactivas y azúcares, las cuales promueven el crecimiento y desarrollo natural en las plantas. Ejemplos: *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Bacillus spp.* y *Micrococcus sp.*
- b) **Bacterias productoras de Ácido Láctico.** Estos microorganismos lo hacen a partir de azúcares y otros carbohidratos ya producidos por levaduras y bacterias. Se conoce que estas bacterias han sido utilizadas en la producción de alimentos y bebidas desde hace mucho tiempo (yogur, pickles, etc.). Lo anterior reafirma que el ácido láctico es bien conocido como un compuesto natural esterilizante, que elimina microorganismos dañinos y acelera la descomposición de la materia orgánica. Ejemplos: *Lactobacillus*, *Lactobacter* y *Clostridium pasteurianum*.

c) **Levaduras.** Estos microorganismos producen sustancias que ayudan al crecimiento a partir de aminoácidos y azúcares que se encuentran en la materia orgánica del suelo y de la rizósfera de las plantas. Las levaduras producen sustancias activas biológicas como enzimas y hormonas, las cuales promueven la actividad celular y división de raíces en plantas. Presentan una constante interacción con bacterias y Actinomicetos.

d) **Hongos Fermentadores.** Son aquellos que descomponen rápidamente la materia orgánica y producen alcohol, ésteres y sustancias antimicrobiológicas. Algunos ejemplos son: *Aspergillus*, *Penicillium* y *Trichoderma spp.*

e) **Actinomicetos.** Son un grupo de microorganismos intermedios en estructura entre bacteria y hongo. Producen sustancias antimicrobiales a partir de aminoácidos secretados por bacterias y materia orgánica del suelo. Estas sustancias limitan el crecimiento de bacterias y hongos dañinos. La interacción entre microorganismos descritos anteriormente, produce el fenómeno llamado “*Co-existencia*” y “*Prosperidad conjunta*” y cuando estos microorganismos incrementan sus poblaciones, los microorganismos benéficos son protegidos. De esta manera las plantas crecen en forma óptima en suelos con vida, en los cuales predominan los microorganismos efectivos.

Para lograr una agricultura sustentable deben usarse microorganismos efectivos para ayudar a optimizar el uso del suelo, con la implementación de prácticas adecuadas de manejo en los cultivos como la rotación de cultivos, el uso de mejoradores orgánicos, labranza de conservación, incorporación de residuos orgánicos, control biológico de plagas y enfermedades y con esto pudiera lograrse una agricultura sustentable. Algunos casos reales en huertas de nogal. Entre los problemas patológicos detectados en el Noroeste de México en huertos de nogal, se encuentran: Pudrición Texana, causada por el hongo *Phymatotrichopsis omnivora* y recientemente se han observado árboles enfermos por el hongo Basidiomyceto: *Ganoderma lucidum*. En ambos casos se han hecho aplicaciones masivas del hongo *Trichoderma harzianum*, así como la aplicación de altas cantidades de materia orgánica al suelo, con el fin de promover la proliferación de bacterias antagónicas a estos patógenos. Sin duda la aplicación de bacterias y otros microorganismos benéficos que induzcan suelos supresores, zimogénicos y zimogénico-sintéticos, ayudarán a proteger las raíces del nogal contra el ataque de organismos patogénicos y por consecuencia en la obtención de mayor cantidad y calidad de nueces. Es interesante observar los efectos positivos de estos microorganismos en la absorción de nutrientes y optimización de elementos necesarios para el buen desarrollo de los árboles de nogal.

Samaniego-Gaxiola et al citan en 2003 (4), la fluctuación de la severidad de Pudrición Texana en nogal, donde el 66% de los árboles mostraron incremento en la severidad, bajo condiciones óptimas para el patógeno; mientras que el 4% no mostró cambios en la severidad.

Heerema et al en 2010 (3), reportan que el hongo causante de la Pudrición Texana es el problema patológico mas limitante del cultivo de Nogal. Asimismo citan que la incorporación de un cultivo de cobertera al suelo, puede ayudar a estimular la microflora, la cual compite con *Phymatotrichopsis omnivora*. Esta enfermedad puede aparecer después del trasplante en época de calor.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó con árboles de nogal de la variedad Wichita, plantados en el 2009 y a la fecha de inicio del experimento con 2 años de edad, en el Huerto Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, sito en el Km. 21 de la carretera Hermosillo a Bahía Kino. El suelo donde se plantaron los árboles de nogal hay la presencia del hongo causante de la Pudrición Texana (*Phymatotrichopsis omnivora*) (Duggar) Hennebert,

Los tratamientos consistieron en evaluar diferentes Biopreparados a base de diferentes bacterias, el hongo *Trichoderma* y la interacción de la mezcla de Bacterias+*Trichoderma*, aplicados al suelo en plantas con síntomas iniciales. Entre los géneros de bacterias en los biopreparados están: *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter sp.*, *Nitrosomonas sp.*, *Nitrobacter sp.*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus spp.* y *Micrococcus sp.* La cepa B-11 de *Trichoderma harzianum* fue la utilizada en este

trabajo experimental. Las concentraciones mínimas de colonias de cada uno de los microorganismos utilizados fueron de 1×10^{10}

Los tratamientos y las dosis utilizadas se observan en el Cuadro 1. Las dosis totales fueron divididas en dos aplicaciones. La primera aplicación se hizo el 2 de mayo de 2011, se utilizó un volumen de 16.5 Litros por árbol en 4 orificios alrededor del árbol, equivalente a $2,050 \text{ Litros ha}^{-1}$. La segunda aplicación, dos semanas después (16 de mayo de 2011).

Cuadro 1. Tratamientos y Dosis Aplicadas

Tratamientos	Dosis total en 2 aplicaciones	
	Lts ha^{-1}	
T-1 Bacterias 2	2.0	
T-2 Bacterias 4	2.0	
T-3 <i>Trichoderma</i> 2	4.0	
T-4 <i>Trichoderma</i> 4	4.0	
T-5 Bacteria + <i>Trichoderma</i> 2	2.0 + 2.0	
T-6 Bacterias + <i>Trichoderma</i> 4	4.0 + 4.0	
Testigo	No Aplica	

El diseño experimental fue en Bloques al Azar y cada tratamiento con 4 repeticiones y posteriormente se realizó el análisis estadístico correspondiente con el paquete estadístico SPSS para Windows de 2004. Al final del experimento (en noviembre 2011) se realizó la evaluación del daño foliar presente en cada uno de los árboles tratados de acuerdo a la siguiente escala arbitraria (Ver Cuadro 2)

Cuadro 2. Escala arbitraria para la evaluación del daño foliar en los árboles tratados.

Grados del Daño Foliar	Descripción del Daño Foliar
0	Planta Sana
1	Planta con trazas de daño
2	Planta con daño ligero
3	Planta con daño moderado
4	Planta con daño severo
5	Planta muerta

Resultados y Discusión

Como se observa en el Cuadro 3, como los tratamientos T-2 Bacterias (4.0 L ha^{-1}), T-4 *Trichoderma* (4.0 L ha^{-1}) y el T-5 Bacterias+*Trichoderma* ($2.0+2.0 \text{ L ha}^{-1}$) son las que inhibieron los síntomas foliares del patógeno. Debe resaltarse el considerable avance de la enfermedad con síntomas de daño severo en las plantas del Testigo. Ha sido reportado que *Phymatotrichopsis omnivora* es un débil competidor y, debido a esta característica, la utilización en el suelo (antes del inicio del desarrollo de este hongo) de bacterias y hongos como *Trichoderma* evitan el avance del problema.

Conclusiones

Los mejores tratamientos para reducir los síntomas foliares causada por la enfermedad denominada comúnmente como Pudrición Texana (*Phymatotrichopsis omnivora*), corresponden al T-2 Bacterias (4.0 L ha⁻¹), T-4 *Trichoderma* (4.0 L ha⁻¹), T-5 Bacterias+*Trichoderma* (4.0 y 4.0 L ha⁻¹)

Cuadro 3. Evaluación de Síntomas foliares en arbolitos de nogal variedad Wichita con diferentes dosis de Biopreparados aplicados al suelo. Costa de Hermosillo. 2011.

Biopreparados Dosis (L ha ⁻¹)	Método de Aplicación Curativo
	Síntomas Foliares a las 15 semanas después de la aplicación (Promedio 4 repeticiones)
T-1 Bacterias (2.0)	1
T-2 Bacterias (4.0)	0
T-3 <i>Trichoderma</i> (2.0)	1
T-4 <i>Trichoderma</i> (4.0)	0
T-5 Bacterias+ <i>Trichoderma</i> (2.0+2.0)	0
T-6 Bacterias+ <i>Trichoderma</i> (4.0+4.0)	1
Testigo	4

* El número representa el Grado de Daño Foliar observado según la escala arbitraria (Ver Cuadro

2)

Literatura citada

- Higa, Teruo. 1991. Microorganisms for Agriculture and Environmental preservation. Non-bun Kyo. (in Japanese). pp. 33-34.
- EM Technologies. 1996. Principal microorganisms in Kyusei EM and their action in soil. En: The APNAN user's manual EM Nature Farming guide. Kyusei Nature Farming with Effective Microorganism (EM Technology). Pág. 3-4. Edited by John M. Phillips and Susan R. Phillips. Arizona, USA.
- Heerema, R., Goldberg, N. and S. Thomas. 2010. Disease and other Disorders of Pecans in New Mexico. Guide H-657. Cooperative Extension Service. New Mexico State University.
- Samaniego-Gaxiola., J.A. Herrera-Perez T. Pedroza-Sandoval,A., Jimenez-Diaz, F. y Chew Madinaveitia, Y.I. 2003. Fluctuacion de la severidad de pudrición Texana (*Phymatotrichopsis omnivora*) (Duggar) Hennebert en Nogal Pecaner (*Carya illinoensis* K.) bajo las condiciones de la Comarca Lagunera, Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología 21: 143-151.