



Agricultura Razonada®

West Analítica y Servicios S.A. de C.V.
Esmeralda No. 2847 Colonia Verde Valle
44550 Guadalajara, México
Teléfonos: (33)31231823, 31217925
Portal Web: www.westanalitica.com.mx
Correos: eaquilar@allabs.com
maldana@allabs.com mgarcia@allabs.com

USO DE TRICHODERMA EN AGRICULTURA

1. Trichoderma spp
2. Ventajas en la agricultura
3. Estimulador del crecimiento de las plantas
4. Protección a semillas contra hongos patógenos
5. Protección a suelos y cultivos
6. Control de fitopatógenos
7. Biodegradación de agrotóxicos
8. Alternativa a fertilizantes químicos y pesticidas
9. Su empleo en sustratos
10. Bibliografía

1. Trichoderma spp

Es un hongo muy común del suelo, también se encuentra en troncos caídos y estiércol, pertenece a la subdivisión Deuteromicete. s utilizado en la agricultura como agente de control biológico debido a sus propiedades como biopesticida, biofertilizante y bioestimulante Existen varias especies del Trichoderma con muchas características que diferencian, poseen facilidades para colonizar las raíces de las plantas, Trichoderma ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros hongos y así, aprovechar una fuente nutricional adicional.

El interés científico despertado por los hongos de este género, se debe a las características antagónicas que presentan frente a hongos fitopatógenos. Entre los mecanismos de control referenciados para Trichoderma sp. está la competencia por nutrientes o espacio, el micoparasitismo y la antibiosis.

Estos tres mecanismos no son excluyentes sino que actúan sinérgicamente en el control de los patógenos. La importancia relativa de cada uno de ellos depende de cada pareja de antagonismo-patogeno y de las condiciones ambientales. El hongo trichoderma spp, produce tres tipos de propagalos: hifas, clamodosporas y esporas (conidias) (Papavizas, 1985). Las esporas son los más viables de los propagulos empleando en programas de biocontrol.

Las necesidades nutricionales de trichoderma sp. Son bien conocidas, es capaz de degradar sustratos muy complejos como almidón, pectina y celulosa entre otros, y emplearlos para su crecimiento gracias al gran complejo enzimático que posee (enzimas hidrolíticas como amilasas, pectinasas, celulosas y quitinasas entre otras). Así mismo, Trichoderma asimila como fuente de nitrógeno compuestos tales como aminoácidos, urea, nitritos, amoniacos y sulfatos de amonio

2. Ventajas en la agricultura

Trichoderma tiene diversas ventajas como agente de control biológico, pues posee un rápido crecimiento y desarrollo, también produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos.

Puede desarrollarse en una amplia gama de sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura. Su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y hábitat, donde los hongos son causantes de diversas enfermedades, le permiten ser eficiente agente de control; de igual forma pueden sobrevivir en medios con contenidos significativos de pesticidas y otros químicos.

Este hongo toma nutrientes de los hongos que degrada y de materiales organicos ayudando a su descomposición, por lo cual las incorporaciones de materia organica y compostaje lo favorecen; también requiere de humedad para poder germinar, la velocidad de crecimiento de este organismo es bastante alta, por esto es capaz establecerse en el suelo rápidamente y controlar las enfermedades. Probablemente sea el hongo beneficioso, más versátil y polifacético que abunda en los suelos.

No se conoce que sea patógeno de ninguna planta; sin embargo, es capaz de parasitar, controlar y destruir muchos hongos, nematodos y otros fitopatógenos, que atacan y destruyen muchos cultivos; debido a ellos, muchos investigadores le llaman el hongo hiperparásito. Ello convierte al *Trichoderma* en un microorganismo de imprescindible presencia en los suelos y cultivos, y de un incalculable valor agrícola.

- Posee un amplio rango de acción. Se propagan en el suelo, ejerciendo un control duradero tiene un marcado efecto preventivo de enfermedades de la raíz y el follaje.
- Protege las semillas agrícolas y botánica de fitopatógenos.
- Controla patógenos de la raíz (*Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*) y del follaje (*Botritis* y *Mildew*) antes que puedan ser los detectados y evita el ataque de (*Phytophthora*).
- Disminuye o elimina la dependencia de fumigantes químicos y actúa como biodegradante de agrotóxicos.
- Promueve el crecimiento de raíces y pelos absorbentes, moviliza nutrientes en el suelo para las plantas, mejorador la nutrición y la absorción de agua.
- Es compatible con Micorrizas, *Azotobacter*, otros biofertilizantes y con bio agentes controladores de plagas y enfermedades.
- Acelera la descomposición de la materia orgánica, puede ser empleado en el proceso de compostaje donde también cumple funciones de biofungicida.
- Estimula el crecimiento de los cultivos al producir metanolitos que promueven los procesos de desarrollo en la plantas.
- Fortalece la proliferación de organismos benéficos en el suelo, como otros hongos antagónicos.
- No necesita plazo de seguridad para recolección de la cosecha.

Se conocen muchas más ventajas y funciones benéficas que realiza este hongo en la agricultura, especialmente en el campo de sanidad vegetal.

3. Estimulador del crecimiento de las plantas

Trichoderma produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemático primarios en las partes jóvenes de estas, acelerando un desarrollo más rápido. Su efecto ha sido comprobado en clavel, crisantemo, tagetes, petunia, pepino, berenjena, arveja, pimienta, rábano, tabaco, tomate, lechuga, zanahoria, papa, algodón, frijol, pastos y ornamentales.

Las semillas de pepino germinan dos días antes que aquellas que no han sido inoculadas con el hongo. La floración de *Pervinca rosea*, se acelera el número de botones por planta. En crisantemo se incrementa también el número de botones, la altura de peso de la planta son mayores que aquellas no tratadas. En plantas de frijol, se estimuló la germinación presentaros un aumento en la altura de las plantas entre el 70% y 80%, y una ganancia en peso de un 60% aproximadamente.

Un ensayo similar realizado sobre pasto estrella demostró que la ganancia en peso seco con algunos aislamientos es cercana al 23%, en longitud de las raíces y de estolones este incremento fue de un 30%.

Trichoderma aparece producir los complejos de la enzima que promueven el crecimiento vegetal. Las plantas de semillero tratadas, por ejemplo, saltar-empiezan y se pueden trasplantar los días anterior. Las plantas de semillero vigorosas también exhiben resistencia realzada de la enfermedad. En los E.e.u.u. hay varios productos de Trichoderma registrados como estimuladores del crecimiento vegetal Nunca no se ha probado concluyente si éste enzima-realzado, crecimiento vigoroso produce una resistencia mejor de la enfermedad o si la resistencia sí mismo alza la tarifa de crecimiento.

Quizás la calidad más importante atribuida a Trichoderma es este species' capacidad de inmunizar y de proteger la planta del ordenador principal. En un lazo simbiótico similar a eso entre las bacterias y las raíces o ésa nitrogen-fixing de la legumbre entre los hongos de Mycorrhizal y los sistemas de la raíz, Trichoderma puede sobrevivir por períodos considerables dentro de un ordenador principal, no causando ningún daño pero ofreciendo muchos años de la protección contra una variedad de otros microorganismos. Se ha comprobado que el Trichoderma produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas.

Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido que aquellas plantas que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo.

Algunas especies de Trichoderma han sido reportadas como estimuladoras de crecimiento en especies tales como clavel, crisantemo, tagetes, petunia, pepino, berenjena, arveja, pimienta, rábano, tabaco, tomate, lechuga, zanahoria, papa, algodón, frijol y pastos ornamentales.

Las semillas de pepino germinan dos días antes que aquellas que no van sido inoculadas con el hongo. La floración de Pervinca rosea, se acelera el número de botones por planta.

En crisantemo se incrementa también el número de botones, la altura y el peso de plantas son mayores que aquellas no tratadas. Tales respuestas han ocurrido consistentemente a concentraciones de 108 unidades formadoras de colonias por gramo de suelo, estas densidades de población son fácilmente aplicables al suelo en formulaciones, las cuales favorecen a su vez el incremento de la población de Trichoderma en el medio.

Se han realizado algunos estudios preliminares con Trichoderma para la estimulación del crecimiento sobre plantas de frijol, donde los aislamientos seleccionados estimularon la germinación y presentaron un aumento en la altura de las plantas entre el 70 y 80%, y una ganancia en peso de un 60% aproximadamente, ello supone un incremento en los rendimientos de este cultivo.

Un ensayo similar realizado sobre pasto Estrella demostró que la ganancia en peso seco con algunos aislamientos es cercana al 23%, en longitud de las raíces y de estolones este incremento fue de un 30%.

La cepa T34 actúa como promotor del crecimiento, ya que al ser aplicado en semillas de pimiento incrementa su biomasa 2.5 veces y aplicado en semillas de tomate, la incrementa 2 veces, siempre en condiciones de invernadero comercial.

4. Protección a semillas contra hongos patógenos

Varias especies de hongos patógenos atacan las semillas con relativa facilidad, especialmente bulbos y cormos, provocando pérdidas significativas y hasta totales de sus cualidades botánicas y productivas.

Cepas de Trichoderma son capaces de colonizar la superficie de la raíz y de la rizósfera a partir de la semilla tratada, protegiendo a las mismas de enfermedades fungosas. Así las semillas reciben una cobertura protectora cuyo efecto se muestra cuando la misma es plantada en el sustrato correspondiente. De esta forma Trichoderma garantiza la próxima cosecha.

Las semillas tratadas con Trichoderma protegen eficientemente las plántulas en el semillero sin necesidad de tratamiento del suelo previo a la siembra. El empleo de Trichoderma por medio de las semillas es probablemente la forma más económica y extensiva para introducir el biocontrol en la producción, el método consiste en tratar las semillas con una suspensión acuosa de esporas o en forma de polvo, con o sin necesidad de adherente.

En la fase de trasplante de diversas especies se necesita mantener la postura sana en la plantación. El tratamiento de la radícula de las plántulas por 10 minutos en el biopreparado al 10 % permite la transportación del bioagente a la plantación que registra un efecto favorable cuando la incidencia en el suelo de patógenos fúngicos es reducida.

Muchos productores al recoger la cosecha, guardan semillas para la próxima siembra, y no les dan la suficiente cobertura de conservación, para que éstas conserven su potencial germinativo y productivo. Esto trae como consecuencia que varias especies de hongos patógenos ataquen dichas semillas con relativa facilidad, logrando una significativa pérdida de sus cualidades botánicas y productivas.

Se ha demostrado que una protección con el Trichoderma garantiza la próxima cosecha, ya que este hongo coloniza las semillas botánicas protegiendo las futuras plántulas en la fase post-emergente de patógenos fúngicos.

Cepas de Trichoderma son capaces de colonizar la superficie de la raíz y de la rizósfera a partir de las semillas tratadas y de las plantas adultas existentes en el suelo, protegiendo a las mismas de enfermedades fungosas. Así las semillas reciben una cobertura protectora cuyo efecto se muestra cuando la misma es plantada en el sustrato correspondiente.

Las semillas agrícolas, tratadas con Trichoderma protegen eficientemente las plántulas en el semillero sin necesidad de tratamiento del suelo previo a la siembra.

El empleo de Trichoderma por medio de las semillas es probablemente la forma más económica y extensiva para introducir el biocontrol en la producción, el método sencillamente consiste en tratar

las semillas con una suspensión acuosa de esporas o en forma de polvo, con o sin necesidad de adherente.

El tratamiento de las semillas reduce los contaminantes externos como *Rhizopus stolonifer* y otras especies de hongos en cucurbitáceas, col, cebolla, rábano, remolacha, zanahoria, habichuela, tomate y pimiento entre otros; además incrementa el porcentaje de germinación y estimula el crecimiento.

En las pruebas de protección de las semillas contra las infecciones post-emergentes se registraron coberturas elevadas por el antagonista que reducen a menos de 50 % las infecciones por *F. solani* y a un 3 % las de *R. solani* en comparación con un 90 % en el testigo. Las semillas tratadas con *Trichoderma* protegen eficientemente las plántulas en el semillero contra *R. solani* sin necesidad de tratamiento del suelo previo a la siembra.

5. Protección a suelos y cultivos

Aunque la aplicación del biopreparado al suelo puede ser directa, la introducción de una enmienda orgánica en los canteros previa a la siembra favorecerá el establecimiento del bioagente y el desarrollo posterior de las plantas.

Trichoderma es capaz de proliferar en el suelo a partir de las semillas tratadas y colonizar el sustrato antes que desarrolle la raíz de las plantas asegurando su protección adecuada.

Cuando *Trichoderma* es utilizado para el control de hongos del suelo, pueden mezclarse con materia orgánica y otras enmiendas utilizadas como biofertilizantes, tal como se hace con inoculantes bacterianos usados como fertilizantes ecológicos. La cachaza y la turba son soportes y vehículos eficientes para *Trichoderma* donde puede permanecer viable por más de 30 días en condiciones ambientales sin que se altere la concentración inicial del inóculo.

Para potenciar la efectividad de *Trichoderma*, deben utilizarse conjuntamente medidas de manejo agronómico. La preparación adecuada del terreno, la mejor fecha de plantación, fertilización y riego actúan a favor de la combinación Planta-*Trichoderma* asociadas. La rotación de cultivos favorece a *Trichoderma* a librar el suelo de los propágulos del fitopatógeno, vulnerables durante su latencia en ausencia del hospedante, por esta razón la utilización del biopreparado en los cultivos a rotar en las áreas altamente infectadas será una forma a contribuir en la reducción de la población del patógeno en un menor plazo de tiempo.

Páez (2006) señala que el manejo de las plantas mediante la rotación de cultivos favorece a *Trichoderma* a librar el suelo de los propágulos del fitopatógeno, vulnerables durante su latencia en ausencia del hospedante, por esta razón la utilización del biopreparado en los cultivos a rotar en las áreas altamente infectadas será una forma a contribuir en la reducción de la población del patógeno en un menor plazo de tiempo.

Además la preparación adecuada del terreno, la mejor fecha de plantación, fertilización y riego actúan a favor de la combinación Planta-*Trichoderma* asociadas.

La aplicación del *Trichoderma*, directa al suelo ofrece incluso una protección mayor a los cultivos. Cuando *Trichoderma* es utilizado para el control de hongos del suelo, pueden mezclarse con

materia orgánica (estiércol, casting y biotierra) y otras enmiendas utilizadas como biofertilizantes, tal como se hace con inoculantes bacterianos usados como fertilizantes ecológicos.

Se comprobó también que la cachaza y la turba son soportes y vehículos eficientes para *Trichoderma* donde puede permanecer viable por más de 30 días en condiciones ambientales sin que se altere la concentración inicial del inóculo. Aunque la aplicación del biopreparado al suelo puede ser directa, la introducción de una enmienda orgánica en los canteros previa a la siembra favorecerá el establecimiento del bioagente y el desarrollo posterior de las plantas.

6. Control de fitopatógenos

Trichoderma siendo un microorganismo competitivo ofrece una protección biológica a la planta, destruye el inóculo patógeno presente y contribuye a prevenir su formación.

Trichoderma, posee poderes antibióticos, los cuales actúan contra varios microorganismos fitopatógenos. Se comporta como saprófito en la rizósfera, siendo capaz de destruir residuos de plantas infectadas por patógenos. Se considera que su acción es antagonista, siendo capaz de sacar el mejor provecho por su alta adaptación al medio y por competir por el sustrato y por espacio. *Trichoderma*, actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas y mico parasitismo.

Trichoderma controla muy bien al hongo *Botrytis cinerea* (moho gris), el cual es un patógeno con un rango de hospedantes bastante amplio en diversos cultivos.

Se comprobó la efectividad del biopreparado de *Trichoderma*, para el combate del Damping off, post emergente (marchitez del semillero) y la pudrición en collar del tomate (*Lycopersicon esculentum*), causada por el hongo *A. Solani*.

Al emplear un abono orgánico rico en microorganismos de excelente control biológico como el *Trichoderma*, se logra un buen control de la enfermedad "mal del alluelo" producido por el hongo de suelo *Rhizoctonia* spp, en este caso el control es debido a los mecanismos de competencia e hiperparasitismo del *Trichoderma* hacia el hongo *Rhizoctonia* spp. Además de otro control ejercido por medio de sustancias nocivas al patógeno (antibiosis), producidas por el sustrato de materia orgánica empleada.

Varias instituciones han demostrado la potencialidad del *Trichoderma* como posible agente de control, tanto "in vitro", como en vivo, de los siguientes fitopatógenos: *A. mellea*, *R. solani*, *S. sclerotiorum* y *Phytophthora* spp.

Existen pocos reportes acerca de la aplicación de control biológico para problemas fitosanitarios en post cosecha, no obstante, se han logrado resultados significativos cuando se aplican algunas cepas de *Trichoderma*, para el control de *Rhizoctonia carotae*, en el cultivo de la zanahoria.

Casanova et al (2007) a partir de los resultados presentados deducen que el agente de control biológico *Trichoderma asperellum*, cepa T34 es un agente con un amplio espectro de acción y que actúa tanto sobre enfermedades edáficas como foliares (Cotxarrera et al., 2002; Trillas et al., 2003; Trillas et al. 2006).

También se han descrito otras cepas de *Trichoderma* spp. como agentes de control biológico contra un amplio rango de patógenos (Benítez et al. 2004; Harman et al. 2004).

Finalmente, cabe destacar el papel de T34 en la inducción de respuestas de resistencia sistémica en las plantas, permitiéndoles defenderse de enfermedades foliares, provocadas por *Pseudomonas syringae*, *Plectosphaerella cucumerina*, y *Hyaloperonospora parasitica* aún siendo aplicado en las raíces

7. Biodegradación de agrotóxicos

El género *Trichoderma* puede degradar pesticidas organoclorados, clorofenoles, y otros insecticidas como DDT, endosulfán, pentacloronitrobenceno, aldrin y dieldrin, herbicidas como trifluralin y glifosato. Este hongo posee enzimas tales como celulasas, hemicelulasas y xylanases que ayudan a la degradación inicial del material vegetal y por último enzimas de mayor especialización que contribuyen a la simplificación de moléculas complejas como son las de biopesticidas.

Se han realizado experimentos donde se ha comprobado que la aplicación del *Trichoderma* degrada algunos grupos de pesticidas de alta persistencia en el ambiente. Esto abre las puertas hacia la descontaminación de extensas áreas de suelos que se han contaminado por el uso irracional e indiscriminado de pesticidas de un alto efecto residual, causantes de grandes daños para la salud animal y humana.

Trichoderma posee resistencia innata a la mayoría de los agroquímicos, incluyendo a los funguicidas. Sin embargo, el nivel de resistencia difiere entre cepas. Algunas líneas han sido seleccionadas o modificadas para ser resistentes a agroquímicos específicos.

La mayoría de productores de cepas de este hongo destinadas a control biológico poseen información relacionada con la susceptibilidad o resistencia a un amplio rango de agroquímicos. Esto con el fin de que estos aislamientos sean compatibles con métodos de control aplicados, los cuales incluyen control químico.

8. Alternativa a fertilizantes químicos y pesticidas

Investigaciones recientes han demostrado que la aplicación del *Trichoderma* en el cultivo del maíz y cuyas raíces han sido colonizadas por dicho microorganismo, requieren menos fertilizante nitrogenado, que el maíz no tratado; lo cual implica un ahorro del 35 al 40% de fertilizante. Conociendo que dicho cultivo demanda mucho Nitrógeno, existe la posibilidad real que las aplicaciones de nitrógeno químico, sean disminuidas, disminuyendo así los costos de aplicación y una mejora apreciable del medio ambiente. El empleo del *Trichoderma* puede beneficiar a los productores agrícolas en sus propósitos de lograr cosechas más sanas y con mayor productividad. Está comprobado el efecto que hace *Trichoderma* en la solubilización de los fosfatos insolubles del suelo, facilitando su asimilación por los cultivos. *Trichoderma* forma asociaciones con Micorrizas, aumentando de manera significativa la rizósfera del suelo, permitiéndole a las plantas hacer una mayor extracción de nutrientes y con un alto grado de asimilación. Se ha demostrado también que el *Trichoderma* es compatible con el biofertilizante a base de *Azotobacter chroococcum*, una

bacteria que fija Nitrógeno en el suelo; por lo que se establecen relaciones de ayuda mutua, con el consiguiente beneficio para la nutrición de los cultivos.

9. Su empleo en sustratos

El empleo del Trichoderma en cultivos de hidropónicos ha demostrado otra de las aplicaciones y usos de este microorganismo para la agricultura, todo lo cual puede ser válido también para los zeopónicos, debido a las propiedades de la zeolita para el intercambio, la adsorción, la absorción y el almacenamiento de nutrientes, así como la capacidad que pudiera tener de dejarse colonizar por dicho microorganismo, o al menos permanecer éste, por un tiempo más prolongado en la zeolita, que en otros sustratos minerales (roca basáltica – gravas -- pedra pómez – etc.)

La combinación semillas - sustrato redujo la incidencia del damping-off en condiciones de hidropónico a menos de 5 % mientras que en el área testigo el nivel de plantas de tomate muertas fue superior al 70 %. Esto es un resultado muy interesante y abre muchas perspectivas para la producción en éstas condiciones, tanto para el campo como para la ciudad.

10. Bibliografía.

-Agamez Elkin Yabid, Ramos R., I. Zapata Navarro, L. E. Oviedo Zumaqué, J. L., Barrera Violeth (2008) Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de Trichoderma sp. Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. X No. 2 Diciembre 2008 23-34.

-Agosin, E.; Volpe, D.; Muñoz, G.; San Martin, R.; Crawford, A. (1997). Effect of culture conditions and spore shelf life of the biocontrolagent Trichoderma harzianum. World J Microbiol Biotechnol 13, 225-232.

West Analítica y Servicios S.A. de C.V.
Esmeralda No. 2847 Colonia Verde Valle
44550 Guadalajara, México
Teléfonos: (33)31231823, 31217925
Portal Web: www.westanalitica.com.mx
Correos: eaquilar@allabs.com
maldana@allabs.com mgarcia@allabs.com