

GUÍA DE APRENDIZAJE PARA
LA APLICACIÓN DE
Trichoderma asperellum y
Trichoderma virens
EN PLANTACIONES COMERCIALES DE
BANANO Y PLÁTANO

2025

CRÉDITOS

Este documento fue coelaborado y financiado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, por encargo del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) del Gobierno Federal de Alemania.

Publicado por

Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Whymper N28-39 y Orellana
Quito – Ecuador
giz-ecuador@giz.de
www.giz.de
Domicilios de la Sociedad
Bonn y Eschborn, Alemania

Contenido

Ing. Danilo Vera Coello, PhD

Coordinador Nacional de Protección Vegetal, INIAP

Ing. Marco Romero Romero

*Asesor Técnico, Cooperación Alemana, Asesor Técnico Proyecto Regional
ALER4TA, GIZ.*

Blgo. Andrés Verdezoto Celi

Consultor

Diseño y diagramación

Imprenta Don Bosco



La reproducción y el uso de los contenidos de la presente publicación son libres mientras se reconozca su origen.

Este es un documento de difusión digital.

© GIZ, 2025

Versión electrónica en Biblioteca Virtual de la Cooperación Alemana (BIVICA):



Quito, Ecuador, octubre 2025

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
1.Condiciones generales para una mejor eficiencia en la aplicación de <i>Trichoderma</i>	7
2.Preparación del área de aplicación	8
3.Preparación de la solución para aplicación del <i>Trichoderma</i>	9
4.Métodos de aplicación	10
5.Dosis, época y frecuencia de aplicación	10
6.Monitoreo y consideraciones adicionales.....	11
GLOSARIO	13
BIBLIOGRAFIA	15





INTRODUCCIÓN



T*richoderma* spp. es un hongo conocido por su capacidad de adaptación. Existe un gran número de especies que pueden producir diversos compuestos denominados metabolitos, que promueven el crecimiento, además de activar mecanismos de resistencia en las plantas, también tienen un efecto directo sobre muchos patógenos de las plantas ya sea por competir en el ambiente donde estos se desarrollan (competencia) o por que los atacan directamente (hiperparasitismo). Otra característica importante es su alta capacidad reproductiva y de colonización de áreas, además de su amplia versatilidad para desarrollarse en diversas condiciones ambientales y en distintos sustratos permitiéndole ser utilizado en la agricultura para contrarrestar el daño ocasionado por enfermedades, razón por la cual el género *Trichoderma* es uno de los más importantes microorganismos usados como Agentes de Control Biológico (ACB) (Hernández-Melchor et al., 2019).

Otra ventaja del uso de *Trichoderma* es que puede adaptarse a una extensa gama de suelos, cultivos y climas, que le permite de esta manera ser considerado para ser usado en procesos tecnológicos de manejo de problemas fitosanitarios (Salazar et al., 2012).

Requiere condiciones ambientales adecuadas para su eficacia, por lo que su desempeño en aplicaciones agrícolas depende del control de factores abióticos como la temperatura, humedad y exposición a la luz solar. Además, su acción contribuye a la reducción o supresión de fitopatógenos, promoviendo así el desarrollo y crecimiento de las plantas (Vicente et al., 2022). Este hongo tiene la capacidad de activar los mecanismos de defensa de las plantas y prevenir daños causados por patógenos mediante distintos mecanismos, entre ellos la competencia por nutrientes, la producción de compuestos antibióticos, el micoparasitismo y la inducción de metabolitos defensivos (Klaram y Jantasorn, 2022).

Trichoderma ha sido ampliamente estudiado por su potencial en el control biológico de enfermedades en diversos cultivos agrícolas (Peñaherrera et al., 2020). Su efectividad ha sido comprobada contra varios patógenos, incluyendo *Fusarium* spp. y *Ralstonia solanacearum*, entre otros (Adebesin et al., 2009; Yendyo y Pandey, 2018). Se ha planteado que la capacidad

de *Trichoderma* para solubilizar nutrientes mejora la eficiencia en la utilización de los recursos del suelo (Altomare et al., 1999), permitiendo reducir la dependencia de fertilizantes y favorecer un equilibrio biológico en la supresión de patógenos (Cortés-Hernández et al., 2023). Se le considera una alternativa viable tanto desde el punto de vista económico como ambiental para el manejo de plagas y enfermedades, ya que ayuda a mitigar las pérdidas de producción causadas por factores de estrés y, al mismo tiempo, contribuye a un incremento sostenible en los rendimientos agrícolas (Mora et al., 2023).

Es una solución biológica efectiva para combatir plagas y enfermedades en los cultivos. Antes de su aplicación en el campo, es fundamental comprender su mecanismo de acción, identificar las condiciones que favorecen su multiplicación y desarrollo para establecer una estrategia de aplicación que permita optimizar lo mejor posible su uso. Su implementación adecuada lo convierte en una alternativa viable y sostenible para el manejo fitosanitario.

El presente documento tiene como objetivo, proporcionar los lineamientos para una adecuada aplicación de *Trichoderma* en el cultivo del banano y plátano, de tal manera que se pueda garantizar la efectividad de este microorganismo en el control de enfermedades, mejorar el desarrollo de los cultivos y promover una agricultura sostenible.



Plantación comercial de banano con aplicación de *Trichoderma* spp.

1. Condiciones generales para una mejor eficiencia en la aplicación de *Trichoderma*

- > A continuación, se mencionan varios factores que permitirán aumentar la eficiencia de la aplicación de *Trichoderma*.
- > El empaque que contiene *Trichoderma* desde que sale del laboratorio, debe mantener una temperatura lo más constante posible, sobre todo que no sobrepase los 28 °C. Se recomienda transportarlo en hieleras o coolers para reducir los cambios bruscos de temperatura.
- > En caso de no aplicarlo inmediatamente el *Trichoderma*, este debe mantenerse en el sustrato del arroz y no exponerlo a altas temperaturas (oscile entre 20 - 30 °C), conservarlo en un lugar fresco, seco y con ausencia de luz solar.
- > Para evitar que la efectividad de *Trichoderma* se vea comprometida por la presencia de agentes contaminantes, es fundamental asegurarse de que los equipos y los materiales usados en su aplicación no hayan sido previamente usados para la aplicación de otro producto químico.
- > A pesar de que *Trichoderma* no representa un problema para los seres humanos, su manipulación puede ocasionar reacciones alérgicas. Por ello, se recomienda, adoptar medidas de bioseguridad durante la preparación del producto (inóculo), como el uso de guantes y mascarilla, con el fin de asegurar la protección del personal.
- > La exposición prolongada a la luz solar y a altas temperaturas puede disminuir la efectividad del producto. Por lo tanto, se recomienda aplicarlo durante las horas del día con temperaturas más bajas y condiciones de nubosidad, es decir, preferentemente en la mañana, a partir de las 6:00 a.m., o en la tarde, a partir de las 4:00 p.m.
- > La humedad es un factor clave en la germinación de las esporas de *Trichoderma*. Para optimizar su efectividad, se recomienda garantizar que el suelo tenga una humedad adecuada (capacidad de campo) antes de la aplicación del producto.
- > *Trichoderma* producido en sustrato a base de arroz, se recomienda no almacenarse durante períodos prolongados (de preferencia utilizarlo dentro de los siguientes 3 meses), ya que con el tiempo su efectividad puede verse considerablemente reducida. Aunque las esporas pueden mantenerse viables por varios meses, su eficiencia disminuye debido a la pérdida de viabilidad (Chiriboga, Gómez, & Garcés, 2015).



Trichoderma asperellum



Trichoderma virens



Aspecto de *Trichoderma* spp. creciendo en medio de cultivo granos de arroz.

2. Preparación del área de aplicación

- > Uno de los factores clave es la humedad del suelo, ya que esta favorece la germinación y actividad de las esporas del hongo. Se recomienda mantener el suelo en capacidad de campo antes de la aplicación, lo que garantiza un entorno óptimo para su desarrollo.
- > Además de la humedad, es crucial mantener una alta presencia de cobertura de material vegetal y materia orgánica, ya que esta proporciona una fuente de nutrientes que estimula la proliferación del hongo y mejora la estructura del suelo. La incorporación de compost, abonos verdes o residuos vegetales ayuda a fortalecer la microbiota benéfica del suelo, favoreciendo la acción de *Trichoderma*.
- > Es fundamental evitar la aplicación de *Trichoderma* en suelos desnudos, ya que la cobertura vegetal protege el microbioma del suelo y contribuye a mantener contenidos adecuados de humedad. No obstante, es necesario mantener un equilibrio en el control de malezas, evitando que compitan con el cultivo, pero sin eliminar por completo la cobertura natural.
- > Es importante reducir la presencia de contaminantes químicos, como fungicidas sintéticos o residuos de agroquímicos, que pueden afectar la supervivencia y efectividad de *Trichoderma*. Por ello, cuando la aplicación del Agente de Control Biológico (ACB) se realiza en plantaciones convencionales, no se recomienda aplicar el producto junto con fungicidas. La adopción de estas prácticas asegura un ambiente adecuado para el establecimiento del hongo y contribuye a la sostenibilidad del sistema agrícola.



Suelo conteniendo altos niveles de Materia orgánica, importantes para la colonización de *Trichoderma spp.*



3. Preparación de la solución para aplicación del *Trichoderma*

- > Verter los 300 g del producto de *Trichoderma* en un recipiente con 4 L de agua (dosis para 1 ha) y agitar (lavar) de manera constante durante aproximadamente 5 minutos, asegurando la desagregación de los grumos grandes de arroz para liberar eficazmente las esporas en el agua (véanse Figuras 1A y 1B). La dosis del producto por ha. puede variar según las condiciones ambientales y la concentración de esporas.



Figura 1A.- Preparación de inóculo a base de *Trichoderma* spp. creciendo en granos de arroz. **1B.-** Proceso de separación de arroz conteniendo esporas de *Trichoderma* con el agua.

- > Con la ayuda de un cernidor de malla media (1 a 2 mm) cernir el producto, ya que ayuda a evitar que las partículas obstruyan las boquillas, especialmente para aplicaciones en sistemas de riego por goteo o aspersión.
- > También se puede emplear un tamiz artesanal (cernidor de cocina) con perforaciones pequeñas, si no se cuenta con uno especializado. Tamiza el producto en un balde con una capacidad de 20 litros. El contenido retenido en el cernidor debe lavarse nuevamente con 4 litros de agua.
- > Repite este proceso de 3 a 5 veces, hasta que el arroz con *Trichoderma* adquiera un color blanquecino.
- > El líquido (de tonalidad verdoso) efecto del lavado del producto, se lo mezcla en un recipiente/ balde con 150 a 200 litros de agua limpia (Figura 2).
- > Una vez que el inóculo está listo, inicia su proceso de germinación en cuanto entra en contacto con el agua, por lo que su aplicación debe realizarse de manera inmediata. Si el arroz que contiene el *Trichoderma* se diluye en agua, no es recomendable almacenarlo para su uso en otro día, ya que esto podría afectar su viabilidad y efectividad.



Figura 2.- Proceso final de obtención de inóculo de *Trichoderma* spp. a partir fundas con arroz.

4. Métodos de aplicación

- > Suelo: Aplicar directamente con bomba de aspersión, cerca del sistema radicular, para facilitar la colonización del *Trichoderma*, puede mezclarse con ácidos húmicos y melaza para proporcionar energía para su reproducción.
- > El uso de la fertirrigación puede ser considerada una estrategia para usarlo como vehículo de transporte para esparcir *Trichoderma* en la plantación, permitiendo una distribución uniforme del inóculo. En el caso que la aplicación sea con el uso de bombas de aspersión, se recomienda dar prioridad a los sectores donde haya mayor concentración de humedad y con altos contenidos de material vegetal en descomposición y de materia orgánica (Figura 3).



Figura 3.- Lugares de la plantación donde se recomienda aplicar el producto

5. Dosis, época y frecuencia de aplicación

- > La dosis recomendada para la aplicación de *Trichoderma* spp. contenido en arroz es de 300 gramos por hectárea. Esta cantidad puede estar compuesta por una sola especie o por una combinación balanceada de 150 g de *Trichoderma virens* y 150 g de *Trichoderma asperellum*.
- > Es fundamental realizar aplicaciones periódicas de *Trichoderma* spp. según el estado del cultivo y la incidencia de enfermedades. Si es de carácter preventivo cada 30 - 60 días para mantener una población estable del Agente de Control Biológico (ACB). Sin embargo, cuando se detectan altos niveles de problemas fitosanitarios, es aconsejable aumentar la frecuencia de aplicación a intervalos de 20 a 30 días. Esta estrategia permite reforzar la capacidad de *Trichoderma* para competir con patógenos y estimular la resistencia natural de las plantas.
- > Para maximizar la efectividad de *Trichoderma* spp., se recomienda su aplicación desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo, permitiendo establecer una asociación temprana con las raíces. Esta interacción favorece la colonización del sistema radicular, proporcionando protección contra patógenos y promoviendo el desarrollo saludable de las plantas. En caso de plantaciones ya establecidas, es importante enfocar la aplicación a los hijos de sucesión, asegurando que las nuevas generaciones de plantas reciban el beneficio del biocontrolador desde el inicio de su crecimiento.

6. Monitoreo y consideraciones adicionales

- > Se recomienda aplicar en los hijuelos (inocular) con *Trichoderma* spp. para protegerlos desde el inicio contra enfermedades de origen fúngico. Para ello, se sugiere sumergir los hijuelos en una solución de *Trichoderma* spp. durante 15 minutos antes del trasplante, utilizando una concentración de 1 gramo de *Trichoderma* spp. por litro de agua.
- > El monitoreo continuo del cultivo es clave para evaluar la efectividad de las aplicaciones de *Trichoderma* spp. y su impacto en la sanidad de las plantas, para ello es importante llevar un registro detallado de las aplicaciones realizadas. Estos datos facilitarán al momento de tomar decisiones y permitir el ajuste del programa de aplicación en función de los resultados obtenidos.



- > Realizar análisis periódicos del suelo cada 6 meses para asegurarse de que la población de *Trichoderma* spp. se mantenga activa. Esto también ayuda a detectar cualquier desequilibrio microbiano que pueda interferir con el crecimiento de la planta.
- > Evaluar los resultados monitoreando de cerca el estado de desarrollo de las plantas, observando signos de mejoría en su crecimiento. Estos signos pueden incluir un crecimiento más vigoroso, una mayor resistencia a enfermedades, y una mejor condición fisiológica. Se recomienda comparar las plantas tratadas con *Trichoderma* spp. frente a parcelas no tratadas, lo cual permite evidenciar el impacto directo del tratamiento en términos de productividad y sanidad.
- > Para potenciar los efectos de *Trichoderma* spp., es recomendable integrarlo con otras prácticas de manejo sostenible. Esto incluye una fertilización balanceada que garantice una nutrición adecuada para las plantas, la implementación de medidas de bioseguridad para evitar la dispersión de patógenos y el uso de estrategias de control de plagas que reduzcan la presión de enfermedades. La combinación de estas prácticas contribuirá a un sistema productivo y sostenible.



- > El manejo del cultivo de banano requiere implementar buenas prácticas agrícolas para asegurar productividad y sostenibilidad (Torres et al., 2012). La aplicación de *Trichoderma* spp., juega un papel crucial en la mejora de la salud del suelo, promoviendo la biodiversidad microbiana y combatiendo patógenos del suelo. Además, su uso frecuente contribuye al fortalecimiento de las raíces, aumentando la resistencia del banano a enfermedades y estrés ambiental (Romero Cún & Loayza Agurto, 2023). Estas prácticas, en conjunto con un adecuado manejo del riego, son fundamentales para optimizar el rendimiento del cultivo, asegurar la calidad de la fruta y preservar la sostenibilidad del ecosistema agrícola.
- > Realizar capacitaciones continuas al personal encargado de la aplicación y monitoreo de *Trichoderma* spp. sobre las mejores prácticas de uso y evaluación de sus efectos en el cultivo de banano.



A person wearing a white long-sleeved shirt, dark pants, yellow rubber boots, a black face mask, and black gloves is walking through a field of banana trees. They are carrying a yellow backpack sprayer with a blue frame and a black hose. The person is holding a spray wand and appears to be spraying the base of a banana tree. The background shows more banana trees and a line of green trees under a clear sky. The ground is covered with dry leaves and some green plants.

GLOSARIO

Biocontrolador:

Es un organismo vivo, o un producto derivado del mismo, que se utiliza para controlar plagas, enfermedades o malezas de manera natural y sostenible. Los biocontroladores son una herramienta clave en la agricultura sostenible y el manejo integrado de plagas (MIP).

Fertirriego:

Técnica agrícola que combina el suministro de agua con la aplicación de fertilizantes a través del sistema de riego. Es un método eficiente que permite nutrir las plantas de manera uniforme y controlada.

Heliofanía:

Es la cantidad de horas de luz solar efectiva que recibe un área de cultivo o sustrato durante un período de tiempo determinado.

Homogeneiza:

Acción de hacer uniforme una mezcla, distribuyendo sus componentes de manera consistente y equilibrada en toda la sustancia.

Inóculo:

Material biológico que contiene microorganismos vivos (como bacterias, hongos, virus, esporas, o células) que se introduce en un ambiente específico, ya sea en un organismo, suelo, agua o cualquier otro medio, con el propósito de iniciar un proceso biológico o desencadenar una interacción.

Simbiosis:

Interacción biológica estrecha y prolongada entre dos o más organismos de diferentes especies.

Sustrato:

Material o medio sobre el cual un organismo crece o se desarrolla. En microbiología, puede referirse al medio de cultivo que proporciona nutrientes para el crecimiento de microorganismos.

Agente de Control Biológico (ACB):

Proceso natural mediante el cual unos organismos regulan las poblaciones de otros dentro de un ecosistema, manteniendo el equilibrio biológico a través de interacciones como la depredación, el parasitismo o la competencia.



BIBLIOGRAFIA

- Adebesin, A. A. Odebode, C. A. and Ayodele, A. M. (2009) Control of postharvest rots of banana fruits by conidia and culture filtrates of *Trichoderma asperellum*.
- Altomare, C., W.A. Norvell, T. Björkman y G.E. Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. *Appl. Environ. Microb.* 65(7), 2926- 2933.
- Chiriboga, H., Garcés, K., Gómez, G. (2015). Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo *Beauveria bassiana*, hongo entomopatógeno para el control biológico de hormigas cortadoras (ysaú).
- Chiriboga H., Gómez G., Garcés K. (2015). *Trichoderma* spp. para el control biológico de enfermedades. Paraguay: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Cortés-Hernández, F., Alvarado G., Sánchez G., (2023). *Trichoderma* spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, vol. XXV, núm. 2, pp. 73-87, Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia
- Hernández-Melchor, D. J., Ferrera-Cerrato, R., & Alarcón, A. (2019). *Trichoderma*: importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*.
- Klaram R., Jantasorn A., Dethoup T. (2022). Efficacy of marine antagonist, *Trichoderma* spp. as halo-tolerant biofungicide in controlling rice diseases and yield improvement. *Biological Control*.
- Mora Campos, Castro Angulo y Pedraza. 2023. Evaluación de técnicas para el control biológico en cultivos agrícolas del municipio de Monterrey- Casanare, Colombia. 20(39). <https://doi.org/10.24050/reia.v20i39.1621>
- Peñahererra Villafuerte, S., Cedeño García, G., Solórzano Alcívar, F., Cedeño García, G., y Terrero Yépez, P. (2020). Eficacia de mezclas de *Trichoderma* spp. y aceite de palma en el manejo de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en cacao. *Centro de Investigaciones Agropecuarias* (2020) 47:2
- Romero Cún, A. R., & Loayza Agurto, M. G. (2023). Efectos del Uso de *Trichoderma* Spp. en Suelo Arcilloso Salino y Plantas de Banano Etapa Vegetativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8293
- Salazar, Luis A . (2012) Importancia de las especies de *Trichoderma* para el control de *Macrophomina phaseolina* en las áreas agrícolas del estado Aragua, Venezuela. *Agronomía Trop.* [online].
- Vicente I., Baroncelli R., Hermosa R., Monte E., Vannacci G., Sarrocco S. (2022). Role and genetic basis of specialized secondary metabolites in *Trichoderma* ecophysiology. *Fungal Biology Reviews*.
- Yendyo SGCR, Pandey BR. 2018. Evaluation of *Trichoderma* spp., *Pseudomonas fluorescence* and *Bacillus subtilis* for biological control of *Ralstonia* wilt of tomato.

