

Producción del hongo-moho (*Trichoderma harzianum*): una revisión Production of the fungus-mold (*Trichoderma harzianum*): a review

Joselyn Pamela IpiALES Juma¹, Julio Amilcar Pineda Insuasti², Diego Alejandro Barrigas Revelo¹, Francis Ariel Muñoz Puetate¹, Camilo Alejandro Pineda Soto²

¹ Instituto Superior Tecnológico “17 de Julio” (IST 17J). Urcuquí, Ecuador.

² Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente (CEBA), Ibarra, Ecuador.

Autor para correspondencia: joselyn.ipiales009@ist17dejulio.edu.ec

Recibido: 10 Octubre 2021

Aceptado: 11 Diciembre 2021

RESUMEN

Trichoderma Harzianum es una especie de hongo con potencial en la industria alimentaria, farmacéutica y biotecnológica. Sin embargo, en Ecuador existe un limitado aprovechamiento de esta especie. El objetivo de este trabajo es realizar una revisión científica exploratoria del bioproceso para la producción de (*T. Harzianum*) a escala de laboratorio.

PALABRAS CLAVE: Antagonistas fúngicos, Fitopatógenos, Microorganismos, *Trichoderma*

ABSTRACT

Trichoderma harzianum is a species of fungus with potential in the food, pharmaceutical and biotechnological industries. However, in Ecuador there is a limited use of this species. The objective of this work is to carry out an exploratory scientific review of the bioprocess for the production of (*T. Harzianum*) at laboratory scale.

KEYWORDS: Fungal antagonists, Phytopathogens, Microorganisms, *Trichoderma*,

INTRODUCCIÓN

Los hongos son microorganismos eucarióticos, heterótrofos, requieren de compuestos orgánicos para su nutrición (Hernández, 2016). Secretan enzimas hidrolíticas, como lipasas, pectinasas y proteinasas que ayudan a descomponer una gran variedad de sustratos, para absorber los nutrientes que hay en las hojas muertas y otros materiales orgánicos que se encuentran en el suelo por lo que se les conoce como saprofitos y generalmente no causan enfermedades en el ser humano. Por otro lado, los hongos fitopatógenos ejercen un gran impacto económico en la industria

agrícola debido a las enfermedades que les pueden causar a los cultivos (Poalacin, 2015).

La capacidad de estos hongos de detectar, invadir y destruir a otros hongos ha sido la principal causa de su éxito comercial, fabricando más del 60% de todos los bioplaguicidas a base de *Trichoderma* (Benjamin et al., 2013).

Los hongos poseen características que definen muy bien sus potencialidades como biocontroladores, por su alto poder patogénico y la capacidad de producir epizootias (Cárdenas, 2010).

El uso de especies del género *Trichoderma* en la agricultura han sido muy utilizados como agentes de biocontrol, debido a su versatilidad, adaptabilidad y fácil manipulación para combatir hongos fitopatógenos como *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Sclerotium* y *Phytophthora* entre otros, que afectan cultivos de interés comercial como arroz, maíz, cebolla, tomate, frijol, trigo, cacao, etc. (Arévalo et al., 2017).

La acción de *Trichoderma* como micoparásito natural se demostró en 1932, y su utilización en experimentos de control biológico se implementó a partir de 1970, cuando se incrementaron los estudios de campo para su uso en cultivos de hortalizas y ornamentales. Los hongos del género *Trichoderma* tienen la capacidad de producir diversos metabolitos, además de adaptarse a diversas condiciones ambientales y sustratos, otorgando la posibilidad de ser utilizado en la industria biotecnológica (Martínez et al., 2013).

Las especies de *Trichoderma* predominan en ecosistemas terrestres (bosques o suelos agrícolas), tienen bajo requerimiento nutrimental pero relativamente amplio rango de temperatura (25-30°C) para su crecimiento (Hernández et al., 2019).

La nómina mundial (*Index Fungorum*), contiene nombres de hongos (incluidas levaduras, líquenes, análogos de hongos protozoarios y formas fósiles) en todos los rangos. El *Index Fungorum* proporciona información taxonómica al Registro Mundial de Especies (Kirk, 2013) según el *Index fungorum* se han descrito hasta el momento 488 especies y una de las más estudiadas es la *Trichoderma harzianum*.

En Ecuador existe una amplia biodiversidad fúngica y un amplio potencial biotecnológico para hallar nuevos metabolitos, por ende, no se ha realizado un máximo aprovechamiento

sobre esta especie (*T. harzianum*) para la extracción de numerosos derivados.

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión científica del bioproceso para la producción de *Trichoderma harzianum* a escala de laboratorio.

METODOLOGÍA

Aislamiento

Andrade et al. (2019), menciona que utilizó el medio de cultivo Papa dextrosa agar (PDA) para el aislamiento del hongo, bajo un tiempo de incubación de 5 días a 25°C, además Cumbagin (2020), indica que posteriormente se incubaron a 28°C durante tres días en oscuridad.

Taxonomía de *Trichoderma*

Reino	<i>Fungi</i>
División	<i>Ascomycota</i>
Subdivisión	<i>Pezizomycotina</i>
Clase	<i>Sordariomycetes</i>
Orden	<i>Hypocreales</i>
Familia	<i>Hypocreaceae</i>
Género	<i>Trichoderma</i>

Fuente: Caiza, 2017

Trichoderma harzianum

Microscópicamente se evidenció el desarrollo de hifas ramificadas, en las que se desprenden conidióforos también ramificados, a partir de las cuales se desarrollan fiálides en forma de botella que producen los conidios, muchas veces en forma de cabezas conidiales. Además, cuando las condiciones del medio no son óptimas *T. harzianum* presenta clamidosporas terminales o intercalares como estructuras de resistencia (Tirado, 2017).

Morfología

Según, Guimarães et al. (2016) indica que *Trichoderma harzianum* posee color blanco y se torna verde oscuro con abundante esporulación. En general crece en medio PDA y no presenta micelio aéreo, su pigmentación puede variar desde verde oscuro hasta verde claro, y en ocasiones tornarse amarillento. El *T. harzianum* posee un olor característico a coco. Durante su desarrollo y crecimiento producen hifas de 5 -10 µm de ancho que conforman el micelio septado, con paredes compuestas por quitina y glucano (Castillo, 2018).

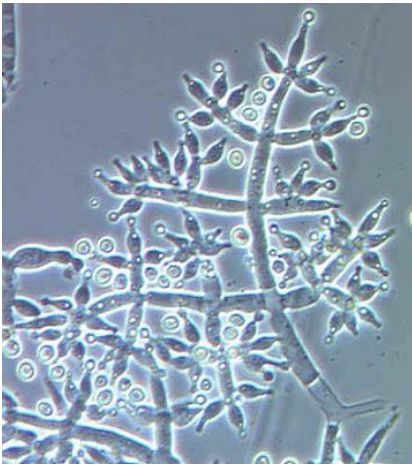


Figura 1. *Trichoderma Harzianum*

Fuente: Briceño, 2017

Fisiología

El desarrollo y crecimiento en colonias de *T. harzianum*, van a crecer y madurar rápidamente a los cinco días de incubación en medio de cultivo PDA a 25 °C, se adapta a un rango de pH ácido de 4-7. Además, se desarrolla en áreas con alto contenido de humedad y dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Si bien *T. harzianum* tolera hasta 38 °C, la temperatura óptima para el crecimiento es de 20 °C, aunque de manera general esta varía entre 25 y 30 °C (Akiyama, 2017).

Variables

Humedad

Según Burgos (2017), para determinar la humedad en el medio de cultivo se usó la siguiente fórmula:

$$Ss (\%) = \frac{(m2 - m)}{(m1 - m)} \times 100$$

Siendo: Ss (%) = sustancia seca en porcentaje
 m= masa de la cápsula en gramos
 m1= masa de la cápsula con la muestra en gramos
 m2= masa de la cápsula con la muestra después del secado, en gramos

Biorreactor Airlift

Esencialmente es usado para la producción masiva de células o de compuestos bioactivos a través del uso de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras), células vegetales, microalgas y células animales, por lo cual es considerado una herramienta eficaz para la micropropagación, ya que incrementa el coeficiente de multiplicación y produce el mejoramiento en la calidad de la materia. Por otra parte, se controlan varias condiciones de cultivo como lo son pH, agitación, oxígeno disuelto y la producción de espuma (López, 2019).

Fermentación en estado sólido y fermentación sumergida

La fermentación es el proceso en el cual los sustratos sólidos o líquidos son convertidos por (hongos, microalgas, levaduras, bacterias) en productos con valor agregado, útiles para el ser humano (Ashok et al., 2017).

La fermentación sólida es aplicada para procesos en los cuales materiales insolubles en agua son utilizados para el crecimiento del microorganismo (Chávez et al. 2008), es importante mencionar que la cantidad de agua no debe exceder la capacidad de saturación del sólido en el cual crecerá el

microorganismo. Los sustratos que pueden utilizarse son salvado de trigo, bagazo de caña y pulpa de papel (Liriano et al., 2015).

La fermentación líquida (sumergida) es aplicada en técnicas de las cuales los materiales solubles en agua son utilizados para el desarrollo de los microorganismos y para la propagación de biomasa, por lo que el medio selecto debe ser asequible y con apropiado balance nutricional, siendo los más utilizados melazas y caldos de cultivo que contienen sales minerales y vitaminas (Kent, 2017).

La fermentación sólida y la fermentación sumergida han sido utilizadas para producir *Trichoderma* y sus compuestos bioactivos tales como enzimas (Marques et al., 2017).

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Según la bibliografía consultada se determina que el desarrollo de nuevas tecnologías cada vez aumenta, por lo tanto, aparecen más investigadores interesados en el aislamiento y uso de *Trichoderma*. Nugra (2018), desarrolla a *Trichoderma* como controlador biológico para evitar el uso indiscriminado de agroquímicos en los cultivos, demostrando que el desarrollo de nuevas alternativas da lugar a una agricultura transparente.

Dal et al. (1997), menciona que algunas enfermedades afectan a la planta y están relacionados de manera directa con hongos habitantes del suelo, entre ellos: *B. sorokiniana*, *B. cynodontis*, *D. tritici-repentis*, *C. oryzae-sativae*, *C. lunata*, *C. brachyspora* y *S. rolfsii* y como agente biocontrolador se utiliza el *Trichoderma* sobre los hongos que afectan a la planta.

Poalacin (2015), indica que existen diversas técnicas de crecimiento y una de las técnicas más usadas es el desarrollo en sustratos, por lo

cual se ocupa distintos sustratos orgánicos como: arroz, quinua, amaranto, trigo y avena para la propagación de *Trichoderma harzianum*.

Teniendo en cuenta algunos de los parámetros como son: temperatura, pH, humedad. En la literatura existente se ha encontrado una fuerte relación entre los autores (Paredes, 2017; Caiza, 2017), concuerdan en el rango óptimo de las variables como: temperatura 20°-30°, pH 5-7 y humedad 60-75. Se estima que los parámetros antes mencionados se encuentran en las condiciones ideales para que el hongo pueda alcanzar su máxima reproducción.

CONCLUSIONES

Trichoderma Harzianum es una especie de hongo apreciado por sus propiedades de control de Fitopatógenos, organolépticas y medicinales, lo que evidencia su potencial en la industria alimentaria, farmacéutica, biotecnológica y el sector agrícola.

Para obtener un cultivo de *Trichoderma Harzianum* que permita aprovechar el potencial industrial de esta especie, es necesario realizar un adecuado proceso de producción.

Se concluye que la especie contiene un gran potencial en el ámbito industrial, demostrando que existen numerosas técnicas que conllevan a un producto final con valor agregado, además cuenta con diversas opciones que dan paso al desarrollo de nuevas tecnologías.

AGRADECIMIENTO

El Autor agradece a las Instituciones auspiciantes como son el Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente y al Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akiyama, Stella Maris. 2017. "Evaluación de La Promoción Del Crecimiento, La Calidad de Planta y La Incidencia de Enfermedades En Vivero de Producción de Ciclamen (*Cyclamen Persicum* Mill.) Mediante El Uso de *Trichoderma Harzianum Rifai*." Retrieved November 11, 2021 (https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/rediunlu/540/Akiyama_Stella_Maris_TFG.pdf?squence=1&isAllowed=y).
- Ana María Mesa Vanegas, Alexander Marin & Jaime Calle Osorno. 2019. "Metabolitos Secundarios En *Trichoderma Spp.* y Sus Aplicaciones Biotecnológicas Agrícolas." *Canadian Journal of Chemistry*. doi: 10.1139/V92-320.
- Andrade Hoyos, Petra, Alfonso Luna Cruz, Eduardo Osorio Hernández, Eduardo Molina Gayosso, Nadia Landero Valenzuela, & Hebert Jair Barrales Cureño. 2019. "Antagonismo de *Trichoderma Spp.* vs Hongos Asociados a La Marchitez de Chile." *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10(6):1259–72. doi: 10.29312/remexca.v10i6.1326.
- Aracely Jazmín Cumbagin Torres, Cynthia Alejandra Flores Morales. 2020. "Universidad politécnica salesiana sede Quito."
- Arévalo, Enrique, José Cayotopa, Delmar Olivera, Mar Gárate, Erick Trigoso, Bomfim Costa, & Betsabe Leon. 2017. "Vol 19 Nº 2." 19:135–44.
- Ashok, Anup, Kruthi Doriya, Devulapally Ram Mohan Rao, and Devarai Santhosh Kumar. 2017. "Diseño de biorreactores de estado sólido para aplicaciones industriales: una descripción general de los biorreactores convencionales." *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 9:11–18. doi: 10.1016/J.BCAB.2016.10.014.
- Benjamin A., Alfredo Herrera-Estrella, Monika Schmoll, & Charles M. Kenerley. 2013. "Investigación de *Trichoderma* en la era del genoma." <Http://Dx.Doi.Org/10.1146/Annurev-Phyto-082712-102353> 51:105–29. doi: 10.1146/ANNUREV-PHYTO-082712-102353.
- Briceño Armando, Andry Alexander. 2017. "A.-Características Culturales En Agar PDA: 1, T. Cremeum" Retrieved November 11, 2021 (https://www.researchgate.net/figure/A-Caracteristicas-culturales-en-agar-PDA-1-T-cremeum-strain-AN-392-2-T-longipile_fig1_324884898).
- Burgos, Cristhian Junior. 2017. "Evaluación de los tiempos de secado de la arcilla como medio para la conservación de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum*."
- Caiza Sango Silvia Elizabeth, Agroindustrial. 2017. "Escuela politécnica nacional facultad de ingeniería química y agroindustria evaluación in vitro de la capacidad antagónica de proyecto previo a la obtención del título de ingeniera."
- Castillo Gonzálz Daniela María. 2018. "Determinación de la variabilidad genética de trichoderma nativo de Nicaragua mediante el uso de rep-pcr y su potencial in vitro como antagonista de fusarium spp. Laboratorio de agrobiotecnología, inta-cnía. 2018-202."
- Chávez García, Mónica, José, Salvador Montaña Lara, María, Mercedes Martínez-Salgado, Marcela Mercado-Reyes, Ximena Rodríguez, & ; Balkys Quevedo-Hidalgo. 2008. "Efecto del sustrato y la exposición a la luz en la producción de una cepa de *Trichoderma Sp.*" *Universitas Scientiarum* 13(3):245–51.
- Cristina, María, Sandoval Vega, & Isabel Noelting Zenobio. 2011. Producción de Conidios de *Trichoderma Harzianum Rifai* En Dos Medios de Multiplicación.
- Cruz Martinez Lina Carolina. 2007. "Trichoderma Koningii como un parásito potencial de Sclerotia de *Sclerotium Rolfsii*." *Cryptogamie, Mycologie* 22(4):289–95. doi: 10.1016/S0181-1584(01)01073-9.
- Dobrosnki, Jorge, & María José Salazar. 2018. "Efecto de *Trichoderma Harzianum*. En el agua de regadío y la microbiología del suelo." 74.

- Gato Cárdenas, Yohana. 2010. "Métodos de Conservación y Formulación de *Trichoderma Harzianum* Rifai." *Fitosanidad* 14(3):189–95.
- Geovani, Alexis, and Gutierrez Tirado. 2017. "Caracterización microbiológica y producción de *trichoderma harzianum* y *trichoderma viridae* en cultivo artesanal."
- Graciela Romero; Agr. Virginia Olivera Costa & Déborah Rodríguez. 2016. "Trichoderma Harzianum Como Agente de Control Biológico - Engormix." Retrieved November 12, 2021 (<https://www.engormix.com/agricultura/articulos/trichoderma-harzianum-como-agente-t32904.htm>).
- Jazmín Hernández Melchor, Dulce, Ronald Ferrera Cerrato, & Alejandro Alarcón. 2019. "Aceptado: 10 Enero 2019." *Chilean J. Agric. Anim. Sci., Ex Agro-Ciencia* 35(1):98–112.
- Juana Maricela Poalacin Cabascango. 2015. "Estudio del adecuado crecimiento del hongo *trichoderma harzianum* y *trichoderma hamatum* en sustrato sólido." 13(3):1576–80.
- Kent, James A. 2017. "Manual de Química Industrial y Biotecnología: Duodécima edición." *Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology: Twelfth Edition* 1–2:1–1562. doi: 10.1007/978-1-4614-4259-2.
- Liriano González, Ramón, Dania Bárbara Núñez Sosa, Lidia Hernández La Rosa, & Amarilis Castro Arrieta. 2015. "Evaluación de Microorganismos Eficientes y *Trichoderma Harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium Cepa* L.). (Spanish)." Evaluación del efecto de microorganismos eficientes y aplicación de *Trichoderma harzianum* en la producción de cebolla plántulas (*Allium Cepa* L.). (English) 42(2):25–32.
- Macario Osorio Concepción & Casas, J. Sergio. 2017. "Las modificaciones de la cromatina y su rol en la percepción de las señales externas en *trichoderma atroviride*."
- Marielsa Gil. 2019. "Agar Papa Dextrosa: Fundamento, Preparación y Uso." Retrieved November 11, 2021 (<https://www.lifeder.com/agar-papa-dextrosa/>).
- Marqués, S., C. T. Matos, F. M. Gírio, J. C. Roseiro, and J. A. L. Santos. 2017. "Producción de ácido láctico a partir de lodo de papel reciclado: intensificación del proceso mediante la ejecución de lotes alimentados en un biorreactor de reciclado de membranas." *Biochemical Engineering Journal* 120:63–72. doi: 10.1016/J.BEJ.2016.12.021.
- Martínez, B., Danay Infante, & Yusimy Reyes. 2013. "*Trichoderma Spp.* y Su función en el control de plagas en los cultivos." *Revista de Protección Vegetal* 28(1):1–11.
- Paredes Sandoval Michelle Katherine. 2017. "Evaluación de La biodegradación de un insecticida cabamato en muestra de suelo de cultivo de papa. Mediante *Trichoderma Harzianum* y *Pleurotus Ostreatus*."
- Rosales-López, Catalina. 2019. "Los Bioprocesos en La Biotecnología: Uso de Biorreactores para la producción y el escalamiento de productos de interés comercial." *Revista Tecnología En Marcha* 32:41–46. doi: 10.18845/tm.v32i9.4626.