e-ISSN: 2528-8091
Vol. 9, N° 3 - 2025

# Evaluación de la eficiencia de *Trichoderma* spp. para el control de marchitez en mora (*Rubus glaucus* Benth.)

Evaluation of the Efficacy of *Trichoderma* spp. for the Wilting Control in Blackberry (*Rubus glaucus* Benth.).

https://doi.org/10.5281/zenodo.18421768

**Autores:**

Marlon Xavier Villares Jibaja
marlon.villares@ueb.edu.ec
https://orcid.org/0009-0004-6168-7165
Universidad Estatal de Bolívar

Andrea Elizabeth Román Ramos
aroman@ueb.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-8364-341X
Universidad Estatal de Bolívar

William Fernando Viera Arroyo
william.viera@iniap.gob.ec
https://orcid.org/0000-0003-4472-4126
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Aníbal Arturo Martínez Salinas
anibal.martinez@iniap.gob.ec
https://orcid.org/0000-0002-8586-606X
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** marlon.villares@ueb.edu.ec
Fecha de recepción: 10/04/2025
Fecha de aceptación: 20/06/2025

**RESUMEN**

La marchitez es una de las principales enfermedades que afecta al cultivo de mora en la provincia de Tungurahua, esta es causada por un complejo de patógenos presentes en el suelo. Su manejo incluye el uso considerable de fungicidas; el control biológico con *Trichoderma* spp. se plantea como una alternativa eficaz para reducir la incidencia de la enfermedad. Por lo que, en esta investigación se evaluó el efecto de *Trichoderma* spp. en el manejo de la marchitez de la mora en la zona de producción de Tungurahua. Para este experimento se empleó un diseño completo al azar, donde los tratamientos utilizados

fueron *T viride y T harzianum.* Las variables evaluadas fueron: severidad expresada en porcentaje (%) y rendimiento expresado en kg planta$^{-1}$. El análisis de varianza seguido de una prueba de Tukey al 5 % y análisis de regresión lineal, mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, pero no entre localidades. La aplicación de ambos hongos redujo la severidad y aumentó el rendimiento respecto al testigo. Se evidenció una relación inversa entre severidad y rendimiento. Por lo tanto, los tratamientos con *T. harzianum* y *T. viride* son efectivos en el manejo de marchitez en plantaciones de mora en la provincia de Tungurahua.

***PALABRAS CLAVE:*** control biológico, frutal andino, fitopatógeno, antagonista.

## ABSTRACT

Wilt is one of the main diseases affecting blackberry cultivation in the province of Tungurahua, caused by a complex of soil-borne pathogens. Its management usually involves considerable use of fungicides; however, biological control with *Trichoderma* spp. is proposed as an effective alternative to reduce disease incidence. Therefore, this study evaluated the effect of Trichoderma spp. in the management of blackberry wilt in the Tungurahua production area. A completely randomized design was employed, with treatments consisting of *T. viride* and *T. harzianum*. The variables assessed were disease severity expressed as a percentage (%) and yield expressed in kg per plant. Analysis of variance followed by Tukey's test at 5% and linear regression analysis revealed significant differences ($p < 0.05$) among treatments, but not among localities. The application of both fungi reduced severity and increased yield compared to the control. An inverse relationship between severity and yield was observed. Therefore, treatments with *T. harzianum* and *T. viride* are effective in managing blackberry wilt in plantations in the Tungurahua province.

***KEYWORDS:*** biological control, andean fruit tree, phytopathogen, antagonist

## INTRODUCCIÓN

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es una planta originaria de climas fríos a moderadamente calientes de la cordillera de los Andes de Ecuador y Colombia, y se ha extendido hasta Guatemala, Panamá y México (Vélez et al., 2022). Según el SIPA (2023), en el Ecuador se cultivan 2882 ha de mora, en 9 de las 24 provincias, encontrándose principalmente en Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar, Pichincha, Imbabura y Zamora

e-ISSN: 2528-8091
Vol. 9, N° 3 - 2025

Chinchipe; siendo Tungurahua con 868 ha sembradas y con una producción de 7098 ton la que destaca como la principal productora de mora del país, donde se producen diferentes cultivares como son Castilla, Colombiana, Brazos y Andimora (Iza et al., 2020), considerándose de importancia socioeconómica para los 12000 productores que se dedican a su explotación (Sánchez et al., 2018).

No obstante, pese a su relevancia y potencial productivo, la sostenibilidad del cultivo enfrenta serias limitaciones. Las plagas y enfermedades constituyen uno de los principales factores que afectan la producciónproducción de mora de Castilla en el Ecuador (González et al., 2023). Las principales enfermedades que se han reportado son: moho gris, mildiu polvoso, mildiu velloso y marchitez descendente (Villares et al., 2016). Adicionalmente, el manejo del cultivo es inadecuado, lo que ha provocado reducción en el rendimiento, incremento de costos de producción, y resistencia a fitopatógenos, dando como resultado que las aplicaciones constantes de agroquímicos generen acumulación residuos de fungicidas en la fruta (Acosta et al., 2020).

Dentro de este panorama, la marchitez descendente merece especial atención, pues se ha convertido en una de las enfermedades más graves y extendidas en nuestro país. Durante el año 2017, en las provincias de Tungurahua y Bolívar, la enfermedad tuvo una incidencia del 13.3%, generando pérdidas económicas significativas (Pincay et al., 2024). Por lo que esta patología, causada por un complejo de patógenos presentes en el suelo, ha sido objeto de diversos estudios para identificar sus agentes causales. Así Proaño (2014) y Martínez (2014) mediante el empleo de técnicas moleculares, confirmaron la presencia de hongos vasculares como *Fusarium oysporum.*, *Cylindrocarpon destructans*, *Verticillium albo-atrum y Verticillium dahliae*. En otro estudio más reciente mediante caracterización molecular y morfológica se determinó que hongos como *Ilyonectria vredehoekensis*, *Ilyonectria robusta*, *Ilyonectria venezuelensis* y *Dactylonectria torresensis* provocan marchitez (Sánchez et al., 2019).

La progresiva identificación de estos hongos ha permitido comprender mejor la forma en que la enfermedad se desarrolla en campo. Estos hongos ingresan a través del sistema radicular, colonizando tejido vascular el cual se necrosa, dando origen síntomas de marchitez severa. La enfermedad es favorecida por heridas en las raíces, los síntomas se manifiestan inicialmente en las hojas donde pierden turgencia desde el ápice, luego se marchitan y caen, además el tallo se torna de un color azulado que finalmente se seca (Villares et al., 2016).

En el Ecuador entre los años 2014 y 2016, aproximadamente el 50 % de los cultivos permanentes y el 75 % de los transitorios utilizaron productos agrícolas de origen químico (Mollocana & Gonzalez, 2020). Sin embargo, existe un incremento de resistencia de plagas y enfermedades, elevados costos de producción, bioacumulación a través de las cadenas alimentarias, pérdida de biodiversidad y riesgos para la salud humana (Aktar et al., 2009). En consecuencia, la utilización de control biológico en sustitución al manejo químico de plagas y enfermedades es una alternativa ( Gurr & You, 2016; Toral, 2019).

El género *Trichoderma* constituye una alternativa sostenible porque, a diferencia de los fungicidas químicos, no genera residuos tóxicos en los alimentos ni en el ambiente, disminuye el riesgo de resistencia en patógenos y contribuye a la conservación de la biodiversidad del suelo. Además, su acción se basa en múltiples mecanismos de control, lo que asegura un manejo más integral y duradero de las enfermedades agrícolas (Días et al., 2019). Actualmente se han descrito 375 especies mediante análisis filogenético molecular basado en datos de secuenciación de ADN (Cai & Druzhinina, 2021). Taxonómicamente, *Trichoderma* pertenece al dominio Eukaryota, reino Fungi, división Ascomycota, subdivisión Pezizomycotina, clase Sordariomycetes, orden Hypocreales y familia Hypocreaceae (Tyśkiewicz et al., 2022).

Estos hongos ejercen su acción mediante mecanismos directos o indirectos como la producción de enzimas degradantes de la pared celular, síntesis de antibióticos, competencia por espacio y nutrientes y establecimiento de una relación parasitaria directa con el patógeno fúngico (Ghorbanpour et al., 2018; Jaroszuk et al., 2019; Zin & Badaluddin, 2020). Por otro lado, *Trichoderma* spp. induce indirectamente resistencia sistémica de la planta por medio de elicitores liberados de las paredes celulares de la planta huésped y el microorganismo infectante (Pacheco et al., 2022).

Algunos estudios han demostrado que aplicación de *Trichoderma* spp. puede mejorar significativamente la resistencia a los fitopatógenos causantes de marchitez en mora. Martínez et al. (2019), con el objetivo de evaluar nuevas tecnologías de producción limpia en la mora de Castilla, emplearon una suspensión de *T viride* aplicada en forma de drench, evidenciando que los tratamientos con *Trichoderma* incrementaron el rendimiento y redujeron la incidencia de la enfermedad. De igual manera, en un estudio realizado por Viera et al. (2020), la inoculación de *T asperellum* en la base de plantas de mora permitió observar un incremento significativo en el rendimiento en comparación con el tratamiento control. En coherencia con estos hallazgos sobre el potencial de *Trichoderma* spp. en el

e-ISSN: 2528-8091
Vol. 9, N° 3 - 2025

manejo de enfermedades, Pincay et al. (2024) demostraron que, frente a *Dactylonectria torresensis*, agente causal de la marchitez en mora, la aplicación de este biocontrolador redujo significativamente la necrosis en el cuello radicular. Por su parte, Melgoza et al. (2024), al evaluar alternativas de control para *Fusarium oxysporum*, agente causal del amarillamiento y marchitez en plantas de mora en México, demostraron que la incidencia de marchitez se redujo en un 66% mediante la aplicación de *Trichoderma* spp.

Este género, al ser un hongo fácil de aislamiento y reproducción ha sido empleado como antagonista de otros hongos que causan enfermedades como *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* spp., *Pythium ultimum*, *Fusarium* spp., *Alternaria alternata*, *Sclerotinia* spp., *Gaeumannomyces graminis*, *Thielaviopsis basicola*, y *Verticillium dahliae* (López et al., 2022; Andrade et al., 2023). En este sentido, en el cultivo de mora existe poca información documentada del potencial de *Trichoderma* spp. en la supresión de enfermedades como la marchitez causada por patógenos del suelo. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar en campo la eficacia de *T harzianum* y un formulado comercial de *T. viride* en el manejo de la marchitez de la mora en la zona de producción de Tungurahua.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó de diciembre de 2021 a junio de 2022 en dos localidades de la provincia de Tungurahua en los cantones Píllaro (altitud de 2779 msnm, temperaturas media de 13.2 ºC y precipitación anual de 717.4 mm) y Cevallos (altitud de 2982 msnm, temperatura media de 12.9 ºC y precipitación anual de 465 mm). El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones por localidad, correspondiendo a 18 plantas evaluadas en cada sitio de estudio; lo que en conjunto representó un total de 36 plantas. (Tabla 1).

En esta investigación utilizaron dos agentes biocontroladores: un producto comercial a base de *Trichoderma viride* (TRICHOEB, Equabiológica) y una cepa de *Trichoderma harzianum* proporcionada por el laboratorio de Ciencias Biológicas ESPOCH. La unidad experimental estuvo constituida por plantas establecidas de mora de Castilla infectadas con síntomas de marchitez inferiores al 50 %. Se podaron 36 plantas seleccionadas, eliminando todo el material afectado antes de comenzar el ensayo.

e-ISSN: 2528-8091
Vol. 9, N° 3 - 2025

**Tabla 1.** Tratamientos en Estudio

| Localidad | Tratamiento | Descripción | Tipo de agente |
|---|---|---|---|
| Píllaro | T 1 | *T. viride* | Comercial |
| | T 2 | *T. harzianum* | Aislado de laboratorio |
| | T 3 | Testigo sin biocontrolador | |
| Cevallos | T 1 | *T. viride* | Comercial |
| | T 2 | *T harzianum* | Aislado de laboratorio |
| | T 3 | Testigo sin biocontrolador | |

Las dosis utilizadas fueron 1500 g $ha^{-1}$ para *T. harzianum* equivalente a 1g $planta^{-1}$ y 150 g $ha^{-1}$ equivalente 0.1g $planta^{-1}$ para *T. viride.* Se realizaron 4 aplicaciones en total, con un intervalo de 10 días entre cada una, hasta la cosecha. La aplicación de *Tricoderma* spp. se realizó con 1000 mL de solución en forma de drench al suelo alrededor de la base de cada planta.

Las variables evaluadas fueron: severidad expresada en porcentaje (%) y rendimiento expresado en kilogramos por planta (kg $planta^{-1}$). Se realizaron dos evaluaciones, la primera en la etapa de desarrollo de fruto y la segunda en la fase de maduración. La severidad de la marchitez se evaluó utilizando la escala propuesta por Villares et al. (2016), como se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Escala de Severidad de Marchitez en mora de castilla

| Porcentaje de daño | Descripción de los daños |
|---|---|
| 0 %-20% | Pérdida de turgencia del ápice de tallos y hojas, coloración amarillo verdosa en hojas. |
| 21%-40% | Secado de hojas, retoños jóvenes débiles y numerosos. |
| 41%-60% | Caída de hojas, retoños jóvenes toman coloración negra desde el ápice con marchitez de hojas. |

e-ISSN: 2528-8091
Vol. 9, N° 3 - 2025

| | |
|---|---|
| 61%-80% | Tallos secos coloración negra y perdida de hojas, pocos brotes nuevos y débiles. |
| 81%-100% | Tallos secos coloración negra y perdida de hojas, muerte de la planta. |

Fuente: Villares et al. (2016)

El rendimiento se determinó considerando el número de centros de producción sanos, el número de frutos sanos por cada centro de producción; además se registró el peso promedio de cinco frutos por planta, utilizando una balanza analítica (®Boeco). El rendimiento se expresó kg planta$^{-1}$.

El manejo agronómico del área experimental se realizó conforme la tecnología propuesta por el programa de fruticultura del INIAP. En cuanto a la nutrición del cultivo se aplicó macroelementos al suelo: N: 360 kg ha$^{-1}$, P: 60 kg ha$^{-1}$, K: 300 kg ha$^{-1}$. El control de malezas se realizó de forma manual, una vez por mes durante todo el ciclo de cultivo.

Para el análisis estadístico, se aplicó un análisis (ANOVA), seguido de una prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. Posteriormente, para modelar la relación entre las variables rendimiento y severidad se realizó un análisis de regresión lineal. De acuerdo con Di Rienzo (2010) todos los análisis se efectuaron utilizando el software estadístico Infostat

## RESULTADOS

En las localidades de Cevallos y Pillaro, la severidad de la marchitez en mora de Castilla, no presento diferencias estadísticamente significativas entre si ($p$>0.05). Sin embargo, los tratamientos con *Trichoderma* mostraron un efecto significativo en la reducción de la enfermedad ($p$<0.05).

Se evidencio que la severidad de la marchitez fue menor en los tratamientos con *Trichoderma* en comparación con el testigo sin biocontrolador. Esto sugiere que ambas especies de *Trichoderma* evaluadas fueron efectivas para disminuir la severidad de marchitez en plantas de mora de Castilla (Tabla 3).

e-ISSN: 2528-8091
Vol. 9, N° 3 - 2025

**Tabla 3.** Media ± error estándar de la severidad (%) de la marchitez en plantas de mora de Castilla tratadas con *Trichoderma*.

| Tratamientos | Severidad 1[a] (%) | Severidad 2[b] (%) |
|---|---|---|
| *T. harzianum* | 30.00 ± 4.81 a | 25.00 ± 5.14 a |
| *T. viride* | 30.00 ± 4.81 a | 36.67 ± 5.14 a |
| Testigo sin biocontrolador | 68.33 ± 4.81 b | 75.00 ± 5.14 b |

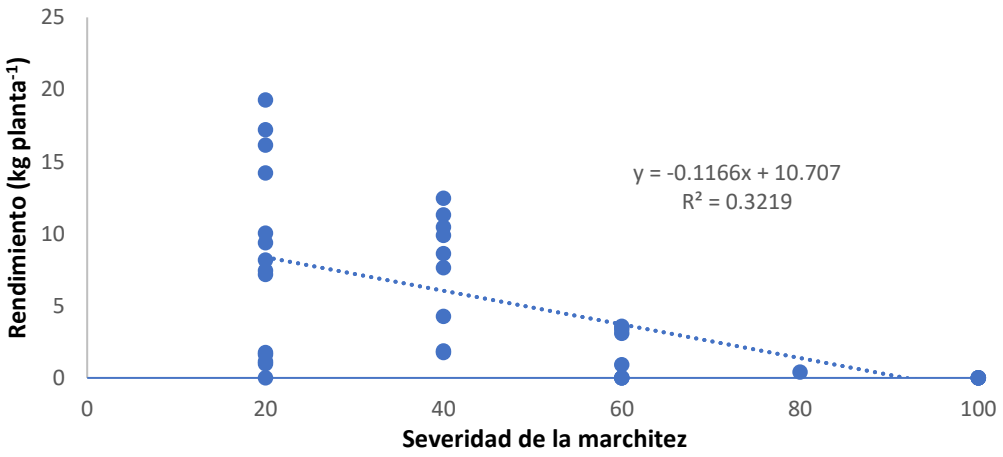
***Nota:*** Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p < 0.05$).

[a] evaluación en la etapa de desarrollo de fruto

[b] evaluación en la fase de fruto maduro

Se ha encontrado una relación significativa entre la severidad de la marchitez y el rendimiento de las plantas ($p < 0.05$). A medida que aumenta la severidad de la marchitez, el rendimiento tiende a disminuir.

**Figura 1.** Regresión lineal entre la severidad de la marchitez y Rendimiento (kg planta$^{-1}$)




La ecuación de la regresión lineal (Figura 1) que describe esta relación se expresa como:

$$\text{Rendimiento (kg planta}^{-1}) = -0.12 \times \text{Severidad de la marchitez} + 10.71$$

e-ISSN: 2528-8091
Vol. 9, N° 3 - 2025

Cuando la severidad de la marchitez es 0, el rendimiento proyectado es de 10.71 kg planta$^{-1}$. Además, por cada incremento de una unidad porcentual en la severidad, se espera una reducción del rendimiento en 0.12 kg planta$^{-1}$ (Figura 1).

Los tratamientos con *Trichoderma* muestran un efecto significativo sobre el rendimiento de las plantas ($p < 0.05$). El rendimiento es notablemente más alto en los tratamientos con *Trichoderma*, en comparación con el testigo sin biocontrolador (Tabla 4).

**Tabla 4**. Media ± error estándar del rendimiento (kg planta$^{-1}$) en plantas de mora de Castilla tratadas con *Trichoderma.*

| Tratamiento | Rendimiento (kg planta$^{-1}$) |
|---|---|
| *T. harzianum* | 9.29 ±1.21 b |
| *T. viride* | 6.78 ±1.21 b |
| Testigo sin biocontrolador | 1.08 ±1.21 a |

***Nota:*** Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p < 0.05$)

## DISCUSIÓN

En esta investigación no se observaron diferencias estadísticas en la severidad de la marchitez entre las localidades de Cevallos y Pillaro. Resultados similares fueron reportados por Viera et al. (2020), quienes manifiestan que el factor de localidad no presento efectos significativos sobre la enfermedad.

Los resultados del estudio realizado, indican que los tratamientos con *Trichoderma* fueron efectivos para reducir la severidad de marchitez en plantas de mora de Castilla, lo que coinciden con el estudio de Martínez et al. (2019) y Pincay et al. (2024), en dichos estudios la aplicación de *Trichoderma* spp. redujo significativamente la incidencia de marchitez, al prevenir la infección por *D. torresensis* y limitar la necrosis en el cuello radicular. Se demuestra el potencial de *T. harzianum* y *T. viride* en el manejo de marchitez causadas por patógenos del suelo en plantas de mora de Castilla. Resultados similares fueron mostrados por Farouk & Ahmed (2017) en el cultivo de fresa, ya que la aplicación de *T. harzianum, T. album,* y *T. viride* fueron los antagonistas más efectivos para reducir

e-ISSN: 2528-8091
Vol. 9, N° 3 - 2025

la incidencia de la pudrición radicular y mostrar mayor sobrevivencia de las plantas, así como mayor rendimiento de frutos en condiciones de campo.

El estudio evidenció que las aplicaciones reiteradas de *Trichoderma* spp. en el suelo contribuyeron a disminuir la incidencia de la enfermedad. Este resultado se asocia a que aplicaciones periódicas de *Trichoderma* spp. al suelo, logran el establecimiento del hongo, alcanzando niveles poblacionales altos en las raíces del cultivo (Viera et al., 2020). Durante la interacción con las plantas hospedantes, las especies de *Trichoderma* spp. secretan diversas moléculas químicas incluyendo antitoxinas, polipéptidos, lipopéptidos, celulasas, proteínas hidrofóbicas, proteínas génicas no tóxicas, terpenoides, derivados de fenol, ligandos glucosídicos y flavonoides (Pocurull et al., 2020). Además de su papel en la reducción de enfermedades, estas moléculas incrementan la tolerancia al estrés abiótico, sequía, bajas temperaturas y la salinidad, demostrando la capacidad de *Trichoderma* spp. como agente de control biológico biológico (Pacheco et al., 2022).

Además, la reducción de la marchitez en los tratamientos con *Trichoderma* spp., puede atribuirse a su capacidad para inducir respuestas de autodefensa en las plantas, promoviendo resistencia local o sistémica mediante la activación de elicitores, efectores y enzimas degradadoras de pared celular (Yao et al., (2023). Su eficacia como biocontrolador se sustenta en que el hongo actúa secretando enzimas como son las quitinasas, glucanasas y koningininas que hidrolizan las paredes celulares de hongos patógenos como *F. oxysporum* (Zin & Badaluddin, 2020).–Nawrocka & Małolepsza (2013), reportan que *T. harzianum* libera una gran cantidad de peptaiboles; que inhiben la actividad de la β- (1, 3)-glucano sintasa enzima responsable de sintetizar el β- (1, 3)-glucano, principal componente de la pared celular.

El rendimiento en los tratamientos con *T. harzianum* y *T. viride*. fue mayor, en concordancia con lo reportado por Viera et al. (2020), quienes observaron mejoras significativas en la producción de mora en los tratamientos con *Trichoderma* spp. Este efecto se relaciona con la influencia del hongo en la asimilación de nutrientes en la planta (Acosta et al., 2020). De acuerdo con Zin & Badaluddin (2020) las plantas tratadas con *Trichoderma* spp. desarrollan mayor biomasa radicular y aérea, aumentando el área de absorción de minerales. Adicionalmente *Trichoderma* spp. están relacionados con la biosíntesis de varios ácidos orgánicos como cumárico, glucurónico y cítrico, los cuales reducen el pH del suelo potenciando la solubilización y adsorción de P, Cu, Na y Zn, así como de micronutrientes como Fe, Mn, y Mg (Sood et al., 2020).

## CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación muestran el potencial de *Trichoderma* spp. como agente de biocontrol en mora de Castilla, al reducir la marchitez, mejorar el rendimiento y aumentar la tolerancia al estrés abiótico. Su incorporación en programas de manejo integrado favorece sistemas agrícolas más sostenibles y disminuye la dependencia de fungicidas, con beneficios para la seguridad alimentaria y el ambiente. Además, la utilización de *Trichoderma* spp. constituye una alternativa sostenible para el manejo integrado de enfermedades del suelo en cultivos de mora y otros frutales andinos, promoviendo esquemas productivos más robustos reduciendo la utilización de compuestos sintéticos en la protección fitosanitaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, M., Viera, W., Jackson, T., & Vásquez, W. (2020). Alternativas tecnológicas para el control de *Botrytis* sp. en mora de castilla (*Rubus glaucus*). *Enfoque UTE, 11*(2), 11–20. https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n2.521

Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, *2*(1), 1–12. https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7

Andrade, P., Rivera, M., Landero, N., Silva, H., Martínez, S., & Romero, O. (2023). Beneficios ecológicos y biológicos del hongo cosmopolita *Trichoderma* spp. en la agricultura: una perspectiva en el campo mexicano. *Revista Argentina de Microbiología, 55*(4), 361–377. https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.06.005

Cai, F., & Druzhinina, I. (2021). In honor of John Bissett: Authoritative guidelines on molecular identification of *Trichoderma*. Fungal Diversity, 107(1), 1–69. https://doi.org/10.1007/s13225-020-00464-4

Di Rienzo, J., Balzarini, M., González, L., Casanoves, F., Tablada, M., & Robledo, C. (2010). *InfoStat: software para análisis estadístico*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.

Díaz, A., Gómez, M., Grijalba, E., Santos, A., Cruz, F., & León, D. (2019). Desarrollo y escalamiento de bioplaguicidas. En A. Díaz, M. Gómez, E. Grijalba, A. Santos, F. Cruz, & D. León (Eds.), *Desarrollo y escalamiento de bioplaguicidas* (pp. 628–691). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).

http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicacioes/catalog/download/23/14/30-1?inline=1

Farouk, M., & Ahmed, A. (2017). Effect of biological control of root rot diseases of strawberry using *Trichoderma* spp. *Middle East Journal of Applied Sciences*, *7*(3), 482–492. https://www.researchgate.net/publication/323228481_Effect_of_Biological_Control_of_Root_Rot_Diseases_of_Strawberry_Using_Trichoderma_spp

Ghorbanpour, M., Omidvari, M., Abbaszadeh, P., Omidvar, R., & Kariman, K. (2018). Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. En *Biological Control*, *117*, 147–157. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.11.006

González, L., Peña, M., & Gutiérrez, J. (2023). Enfermedades fúngicas en mora (*Rubus* spp.) en los municipios de Pamplona y Pamplonita Norte de Santander. *@ limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, *21*(2), 69–84. https://doi.org/10.24054/limentech.v21i2.2628

Gurr, G., & You, M. (2016). Conservation biological control of pests in the molecular era: New opportunities to address old constraints. *Frontiers in plant science*, *6*, 1255. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01255

Iza, M., Viteri, P., Hinojosa, M., Martínez, A., Sotomayor, A., & Viera, W. (2020). Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Enfoque UTE*, *11*(2), 47–57. https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n2.529

Jaroszuk, J., Tyśkiewicz, R., Nowak, A., Ozimek, E., Majewska, M., Hanaka, A., Tyśkiewicz, K., Pawlik, A., & Janusz, G. (2019). Phytohormones (Auxin, gibberellin) and ACC deaminase in vitro synthesized by the mycoparasitic Trichoderma DEMTKZ3A0 strain and changes in the level of auxin and plant resistance markers in wheat seedlings inoculated with this strain conidia. *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(19). https://doi.org/10.3390/ijms20194923

López, B., Tzintzun, O., Armenta, A., Valenzuela, F., Lizárraga, G., Ruelas, J., & González, D. (2022). Microorganisms of genus *Trichoderma* as phytohormone promoters and pathogen suppressors. *Bioagro*, *34*(2), 163–172. https://doi.org/10.51372/bioagro342.6

Martínez, A., Villacís, L., Viera, W., Jacome, R., Espín, M., Gordon, A., & Santana, R. (2019). Clean production of Castilla mora (*Rubus glaucus* Benth) in Ecuador based on microorganism, for a good living of fruit farmers. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 7(1), 63–70. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v7n1/v7n1_a07.pdf

Martínez, D. (2014). Identificación de hongos fitopatógenos relacionados con la marchitez de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) en la provincia de Tungurahua mediante microscopia óptica y PCR. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica del Ejército]. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1370/1/iniapsctM385i.pdf

Melgoza, J., García, P., Aguirre, S., Vargas, M., Guzmán, A., & Ávila, T. (2024). Antagonistic microorganisms as management of *Fusarium oxysporum* wilt of blackberry. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 15*(3). https://doi.org/10.29312/remexca.v15i3.3655

Mollocana, E., & Gonzales, F. (2020). Control of pesticides in Ecuador: An underrated problem? *Rev Bionatura.*, *5*(3), 1257–1263. https://doi.org/10.21931/RB/2020.05.03.17

Nawrocka, J., & Małolepsza, U. (2013). Diversity in plant systemic resistance induced by *Trichoderma*. In *Biological Control*, *67*(2), 149–156 https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.07.005

Pacheco, J., Aquino, E., Reyes, M., Islas, M., Pérez, S., Madariaga, A., & Saucedo, M. (2022). Plant defensive responses triggered by *Trichoderma* spp. as tools to face stressful conditions. *Horticulturae, 8*(12), 1181. https://doi.org/10.3390/horticulturae8121181.

Pincay, A., Tello, C., Llumiquinga, P., Marin, K., Oña, I., & Viera, W. (2024). Control alternatives for *Dactylonectria torresensis* in blackberry. Nanotechnology Perceptions, 20(14), 1925–1933. https://doi.org/10.62441/nano-ntp.vi.3057.

Pocurull, M., Fullana, A. M., Ferro, M., Valero, P., Escudero, N., Saus, E., Gabaldón, T., & Sorribas, F. (2020). Commercial formulates of *Trichoderma* induce systemic plant resistance to *Meloidogyne incognita* in tomato and the effect is additive to that of the Mi-1.2 resistance gene. *Frontiers in Microbiology*, *10*, 3042. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03042.

Proaño, I. (2014). Identificación de hongos fitopatógenos relacionados con la marchitez de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en la provincia de Bolívar mediante microscopía óptica y PCR. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica del Ejército]. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1390/1/iniapsctP962id.pdf

Sánchez, J., Iturralde, P., Koch, A., Tello, C., Martínez, D., Proaño, N., Martínez, A., Viera, W., Ayala, L., & Flores, F. (2019). *Dactylonectria* and *Ilyonectria* species causing black foot disease of Andean Blackberry (*Rubus Glaucus* Benth) in Ecuador. *Diversity*, *11*(11), 218. https://doi.org/10.3390/d11110218

Sánchez, J., Villares, M., Niño, Z., & Ruilova, M. (2018). Efecto del piso altitudinal sobre la calidad de la mora (*Rubus glaucus* Benth) en la región interandina del Ecuador. *Idesia* (Arica), *36*(2), 209–215. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000702.

SIPA. (2023). *Boletín de la situación de la mora 2023* (p. 27) [Informe en PDF]. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. https://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2023/boletin_situacional_mora_2023.pdf

Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwy, M., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., & Sharma, A. (2020). *Trichoderma*: The "secrets" of a multitalented biocontrol agent. Plants, *9*(6), 762. https://doi.org/10.3390/plants9060762

Toral, L. (2019). Control biológico de *Botrytis* por la cepa *Bacillus* sp. e implicaciones en la producción de plantas de interés agrícola [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. Recuperado de http://hdl.handle.net/10481/71861

Tyśkiewicz, R., Nowak, A., Ozimek, E., & Jaroszuk-ściseł, J. (2022). *Trichoderma*: the current status of its application in agriculture for the biocontrol of fungal phytopathogens and stimulation of plant growth. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(4), 2329. https://doi.org/10.3390/ijms23042329

Vélez, J., Henao, C., Hurtado, N, & Álvarez, G. (2022). Determinación de la actividad antioxidante de desechos agrícolas de poda de cultivos de mora de castilla *Rubus glaucus* Benth con y sin espina. *Ciencia Transdisciplinar en la Nueva Era*, *4*(215), 1–15. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8728326

Viera, W., Noboa, M., Martínez, A., Jácome, R., Medina, L., & Jackson, T. (2020). *Trichoderma* application increases yield and individual fruit weight of

blackberries grown by small farmers in Ecuador. *Acta Horticulturae*, *1277*, 287–292. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1277.42

Villares, M., Martínez, A., Viterí, P., Viera, W., Jácome, R., Ayala, G., & Noboa, M. (2016). Manejo de plagas identificadas en el cultivo de la mora de Castilla. En D. Galarza, S. Garcés, J. Velásquez, V. Sánchez, & J. Zambrano (Eds.), *El cultivo de la mora en el Ecuador* (pp. 117–134). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (INIAP). https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4067/1/iniapscCD104p117.pdf

Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J., & Chen, J. (2023). *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. In *Frontiers in Microbiology*, *14*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551

Zin, N., & Badaluddin, N. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of agricultural sciences*, 65(2), 168–178. https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.09.003