

# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

### Evaluación de fungicidas biológicos en el manejo de pudriciones en mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.)

### Evaluation of biological fungicides in the management of rots in cocoa pods (*Theobroma cacao* L.)

Autor 1: Danilo Xavier Santana Aragone<sup>1</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9895-9217>  
Autor 2: Nallely Madeley Vera Chiriguaya<sup>2</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3123-841X>  
Autor 3: Omar Ivan Brunis Velásquez<sup>3</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1723-3113>  
Autor 4: Sandro Daniel Triana Fernández<sup>4</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6824-2236>  
Autor 5: Fanny Judith Bósquez Arias<sup>5</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8174-8852>

Autor 1: [dsantana@utb.edu.ec](mailto:dsantana@utb.edu.ec); Investigador - Analista de Laboratorio en la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador

Autor 2: [nallelymadeleyverachiriguaya@gmail.com](mailto:nallelymadeleyverachiriguaya@gmail.com); Técnica Agrícola Independiente

Autor 3: [ormarbrunis@hotmail.com](mailto:ormarbrunis@hotmail.com); Docente en la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador

Autor 4: [sandro triana@hotmail.com](mailto:sandro triana@hotmail.com); Responsable Técnico del cultivo de arroz, Ecuaquímica, Ecuador

Autor 5: [bosquezfanny@gmail.com](mailto:bosquezfanny@gmail.com); Directora del Área de Agropecuaria – Docente Técnico, Unidad Educativa Isla de Bejucal, Ecuador

\* **Autor correspondencia:** [dsantana@utb.edu.ec](mailto:dsantana@utb.edu.ec)

Recibido: 05/mayo/2026

Aprobado: 05/junio/2026

Publicado: 15/junio/2026

#### Resumen

El cultivo de cacao constituye una actividad económica fundamental para pequeños y medianos productores; sin embargo, su productividad se ve afectada por enfermedades como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la mazorca negra (*Phytophthora* spp.), que pueden generar pérdidas superiores al 40%. Frente a los problemas asociados al uso continuo de fungicidas químicos, como resistencia de patógenos, contaminación ambiental y altos costos, se planteó el uso de alternativas biológicas sostenibles. La presente investigación evaluó la eficacia de fungicidas biológicos en el manejo de pudriciones en mazorcas de cacao en la zona de Simón Bolívar,

provincia del Guayas, Ecuador. El estudio se desarrolló bajo un diseño de bloques completos al azar con siete tratamientos y tres repeticiones, evaluando productos a base de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y *Pseudomonas fluorescens*, además de un testigo sin control. Se analizaron variables como índice de mazorca, índice de semilla, rendimiento por hectárea, incidencia, severidad, daño mediante escala y análisis económico. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. *Bacillus subtilis* a 400 ml/ha destacó con el mayor rendimiento (1488.12 kg/ha) y menor daño en evaluaciones finales, así como el mayor ingreso económico (\$2877.57/ha). Todos los



# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

biocontroladores superaron ampliamente al testigo, reduciendo la severidad e incrementando el rendimiento, la calidad del grano y la rentabilidad. Se concluye que los fungicidas biológicos representan una alternativa eficaz y sostenible para el manejo de pudriciones en cacao, contribuyendo a mejorar la productividad y reducir el impacto ambiental en sistemas de producción cacaoteros.

**Palabras clave:** cacao, control biológico, fungicidas biológicos, mazorca negra, moniliasis.

### Abstract

Cacao cultivation is a fundamental economic activity for small and medium-sized producers; however, its productivity is affected by diseases such as moniliasis (*Moniliophthora roreri*) and black pod rot (*Phytophthora* spp.), which can cause losses exceeding 40%. Faced with the problems associated with the continuous use of chemical fungicides, such as pathogen resistance, environmental contamination, and high costs, the use of sustainable biological alternatives was proposed. This research evaluated the efficacy of biological fungicides in managing pod rot in the Simón Bolívar region, Guayas province, Ecuador. The study was conducted using a randomized complete block design with seven treatments and three replicates, evaluating products based on *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, and *Pseudomonas fluorescens*, as well as a control group. Variables such as pod index, seed index, yield per hectare, incidence, severity, damage (using a scale), and economic analysis were analyzed.

The results showed statistically significant differences between treatments. *Bacillus subtilis* at 400 ml/ha stood out with the highest yield (1488.12 kg/ha) and least damage in final evaluations, as well as the highest economic return (\$2877.57/ha). All biocontrol agents significantly outperformed the control, reducing severity and increasing yield, bean quality, and profitability. It is concluded that biological fungicides represent an effective and sustainable alternative for managing pod rot in cacao, contributing to improved productivity and reduced environmental impact in cacao production systems.

**Keywords:** cacao, biological control, biological fungicides, black pod rot, moniliasis.

### Introducción

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2025) evidenció que, en Ecuador, en el año 2024, la superficie plantada de cacao a nivel nacional fue de 612.453 hectáreas, la superficie cosechada de 541.588 hectáreas, con una producción de 403.699 toneladas. La producción se concentra en la provincia de Los Ríos con el 30.4%.

Contreras (2025) sostiene que en el sistema productivo del cultivo de cacao existe la presencia de enfermedades persistentes, causando pérdidas significativas en la producción y afectando la estabilidad del mercado del chocolate debido a la disminución de los rendimientos. Se estima que las enfermedades pueden reducir la producción global de cacao entre un 30% y un 40%, llegando en algunos casos a eliminar el 80–100% de la cosecha, considerando que *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora*



## ECOAgropecuaria

### Revista Científica Ecológica Agropecuaria

---

*palmivora* son microorganismos que causan las enfermedades más influyentes en las plantaciones cacaoteras a nivel mundial.

Mendoza (2025) menciona que dentro del manejo de enfermedades de la mazorca de cacao durante la última década se han realizado trabajos de investigación utilizando microorganismos antagónicos como *Trichoderma* spp., *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas* spp., los mismos que son antagonistas microbianos estudiados para el control de *M. roreri* y *Phytophthora* en ensayos, tanto *in vitro* como en campo. *Trichoderma* spp. es el más prometedor debido a su micoparasitismo, competencia por nutrientes y producción de metabolitos antifúngicos. *Bacillus* y *Pseudomonas* spp. muestran eficacia variable en campo, que depende de la cepa, formulación y manejo agronómico.

En el control biológico de enfermedades se emplean hongos y bacterias beneficiosas para inhibir el crecimiento de patógenos. *Trichoderma* spp. es uno de los microorganismos más comunes, conocido por su capacidad para suprimir patógenos como *Phytophthora*, que causa una enfermedad devastadora en el cacao (López et al., 2019).

El control biológico emplea antagonistas como hongos *Trichoderma* spp. y bacterias *Bacillus* para suprimir patógenos mediante competencia, antibiosis y parasitismo. Reduce la incidencia y severidad de moniliasis hasta en un 49%, incrementando las mazorcas sanas en un 62% sin necesidad de aplicaciones frecuentes. Se integra con prácticas culturales como poda e higiene para mayor eficacia (IICA, 2022).

Páez et al. (2024) encontraron en su estudio que todas las cepas mostraron efecto de biocontrol

sobre *M. roreri* en condiciones de campo, con *Bacillus* sp. 33 y *B. amyloliquefaciens* 24, aisladas del mesocarpio del fruto, destacan por sus valores promedio de incidencia entre el 4.4 y 7.6%, severidad externa entre el 3.6 y 6.2% y severidad interna entre el 22 y 30%, respectivamente. La aplicación de cepas de *Bacillus* endófitos constituye una alternativa biológica para reducir los efectos de la moniliasis en los agroecosistemas de cacao.

Vargas et al. (2024) demostraron en su ensayo que el tratamiento con la menor severidad de la moniliasis a los 90 días fue *T. harzianum*, con un promedio del 66.39%, seguido por *B. subtilis* y *T. harzianum* + *B. subtilis*. En comparación con otros métodos, *T. harzianum* podría ser más efectivo en el control de *M. roreri*, a pesar de que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Peñaherrera et al. (2020) mediante su investigación demostraron que los tratamientos T1 (aceite de palma + *T. koningiopsis* + *T. stromaticum*) y T2 (aceite de palma + *T. ovalisporum*) mostraron la mayor eficacia de control de moniliasis con 50.27 y 41.68% respectivamente, además de poseer menores intensidades de la enfermedad en el tiempo (ABCPE) respecto al control. Asimismo, estos tratamientos mostraron mayor incremento del rendimiento de granos secos con 30.18 y 29.46%, en su orden respectivo; a la vez, lograron los mayores beneficios económicos netos con 1094 y 1050 USD ha<sup>-1</sup>. Las mezclas de *Trichoderma* spp. y aceite de palma fueron eficaces para el manejo de la enfermedad e incrementan el rendimiento y beneficio económico del cacao.



# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

Sosa et al. (2025) determinaron en su investigación que la aplicación de *Trichoderma* spp., particularmente la dosis de 6 ml/L (T5), es efectiva para controlar la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao CCN-51, resultando en una reducción significativa de frutos enfermos. El uso de *Trichoderma* spp. no solo combate la enfermedad, sino que también mejora la productividad del cultivo, aumentando el peso promedio de las mazorcas y el rendimiento por hectárea.

La aplicación de productos biológicos, como los basados en *Bacillus subtilis*, puede ser eficaz para prevenir enfermedades fúngicas y bacterianas en el cacao. Estos biofungicidas representan una alternativa a los pesticidas químicos, con un impacto ambiental mucho menor (González et al., 2020).

Cadena y Poma (2022) sostienen que los resultados con *Bacillus* y *Trichoderma* han sido prometedores, mostrando eficacia en el control de enfermedades como la moniliasis. Investigaciones revelan que *Trichoderma* es más efectivo que *Bacillus* para el control de la enfermedad en campo en varios cultivos como el arroz. En el caso del cacao, se ha logrado disminuir la severidad de *M. roreri* con aplicaciones de *Trichoderma*. Además, el uso de *Trichoderma* ha mejorado el rendimiento del cacao, como se demostró en varios estudios, incluyendo la reducción de la incidencia de la enfermedad con el uso de *T. harzianum*.

Hernández et al. (2023) expresan mediante su estudio que las cepas nativas de *Pseudomonas fluorescens* podrían utilizarse para mitigar la pudrición negra de la mazorca en *Theobroma cacao* L. debido a su potencial para controlar las cepas de *P. palmivora* que coexisten en los ecosistemas. La metodología descrita aquí

permite el aislamiento e identificación de cepas nativas con actividad antagonica contra *P. palmivora* considerando diferentes criterios que pueden evaluarse en interacciones antagonista-patógeno *in vitro* y en bioensayos *in planta*, con la posterior identificación del antagonista.

Neeraja et al. (2025) expresan que los ensayos de campo realizados durante dos temporadas de cultivo (2022-23 y 2023-24) revelaron que la aplicación foliar combinada de *Pseudomonas fluorescens* (NEG27), *Stutzerimonas stutzeri* (NWG12) y *Pseudomonas oitidis* (NSK3) al 1.5% redujo significativamente (\* $p^* < 0.05$ ) la gravedad de la podredumbre de la mazorca en comparación con los controles sin tratamiento, a la vez que mejoró las características relacionadas con el rendimiento y la relación beneficio-costos (B:C). Estos resultados destacan el potencial de las cepas autóctonas de PGPR como agentes de biocontrol sostenibles y alternativas viables a los fungicidas químicos.

La presente investigación evaluó la eficacia de fungicidas biológicos en el manejo de pudriciones en mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Simón Bolívar, provincia del Guayas, Ecuador, comparando siete tratamientos: *Bacillus subtilis* (400 y 500 ml/ha), *Trichoderma harzianum* (100 y 150 g/ha), *Pseudomonas fluorescens* (1.0 y 1.5 L/ha) y un testigo sin control.

### Materiales y Métodos

La investigación se realizó en los predios de la Finca Hermanos Vera, ubicada en el Recinto El Zapote, Cantón Simón Bolívar, provincia del Guayas, Ecuador, con las siguientes coordenadas UTM: latitud -2.02621577, longitud -79.45083439. El tipo de investigación fue experimental, donde se evaluó la eficacia de fungicidas biológicos en el manejo de



# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

podriciones en mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Simón Bolívar. Se utilizaron cepas comerciales de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma*

*harzianum* y *Pseudomonas fluorescens*. Se aplicó un diseño de bloques completos al azar compuesto por siete tratamientos y tres repeticiones. Para detectar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las variables analizadas, se aplicó la prueba de Tukey al 5%. Para todos los análisis se empleó el software de análisis estadístico InfoStat.

### Tratamientos

En la Tabla 1 se describen los tratamientos evaluados, incluyendo dosis, concentración de esporas y época de aplicación (0, 15 y 30 días después de la primera aplicación).

**Tabla 1.** Tratamientos estudiados en el ensayo

| Tratamiento                    | Dosis/ha | Concentración de esporas | Época de aplicación DDP |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-------------------------|
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 400 ml   | 1x10 <sup>8</sup> UFC/ml | 0 – 15 – 30             |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 500 ml   | 1x10 <sup>8</sup> UFC/ml | 0 – 15 – 30             |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 100 g    | 2x10 <sup>8</sup> UFC    | 0 – 15 – 30             |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 150 g    | 2x10 <sup>8</sup> UFC    | 0 – 15 – 30             |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.0 L    | 2x10 <sup>9</sup> UFC    | 0 – 15 – 30             |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.5 L    | 2x10 <sup>9</sup> UFC    | 0 – 15 – 30             |
| Testigo sin control            | -----    | -----                    | -----                   |

DDP: días después de la aplicación

### Manejo del ensayo

Para el ensayo se realizó la selección de 8 plantas por unidad experimental. De estas, se seleccionaron al azar cinco plantas en las cuales se efectuó el conteo de 5 mazorcas (pepinillos de aproximadamente 10 cm) para la evaluación de control y replicación. La población estuvo definida por 40 mazorcas por unidad experimental, de las cuales aproximadamente 25 fueron evaluadas. La muestra estuvo compuesta por un total de 168 plantas en todo el lote experimental, considerando el efecto borde y los espacios entre parcelas.

### Variables evaluadas

#### Incidencia de la enfermedad

En base a los criterios técnicos de Fedecacao (2015), se efectuó la evaluación de frutos al inicio y posteriormente de forma semanal después de los tratamientos sobre los árboles identificados, contando todos los frutos que presentaban síntomas o signos de moniliasis o pudrición parda, así como los frutos sanos maduros. Los frutos evaluados fueron eliminados de los árboles para evitar que fueran nuevamente contados en las evaluaciones siguientes. Para el efecto, se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{Incidencia} = \frac{\# \text{ mazorcas enfermas por unidad}}{\text{total mazorcas observadas (sanas + enfermas)}} \times 100$$

#### Severidad de la enfermedad

La severidad de la enfermedad se obtuvo mediante una evaluación visual objetiva del área enferma sobre el área total. Esta se realizó al inicio y posteriormente de forma semanal después de cada aplicación, utilizando la siguiente fórmula (Pinto et al., 2018):

$$\% \text{Severidad} = \frac{\text{superficie (área) de tejido enfermo}}{\text{área total (sana + enferma)}} \times 100$$



# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

### Porcentaje de daño mediante escala

Esta variable fue determinada por los valores de daño presentes en 5 mazorcas de cacao por unidad experimental, calculando desde una semana antes de la primera aplicación hasta 7 días después de la aplicación, y después de forma semanal. Para el efecto, se observaron las mazorcas y su daño según la escala planteada en la Tabla 2 y la Figura 1 (Ayala, 2008; Arteaga, 2019).

**Tabla 2.** Escala de clasificación de síntomas para evaluar la severidad de moniliasis (*M. roreri*) en los frutos de cacao

| Valor | Interna<br>(% de almendras afectadas) | Externa<br>(Clasificación de síntomas)                                        |
|-------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 0     | 0                                     | Fruto sano                                                                    |
| 1     | 1 – 20                                | Presencia de Puntos aceitosos (hidrosis)                                      |
| 2     | 21 – 40                               | Presencia de tumefacción y/o madurez prematura                                |
| 3     | 41 – 60                               | Presencia de mancha chocolate                                                 |
| 4     | 61 – 80                               | Presencia de micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha parda       |
| 5     | > 81                                  | Presencia de micelio que cubre más de la cuarta parte de la mancha chocolate. |

Fuente: Ayala (2008).

**Figura 1.** Escala de clasificación de síntomas propuesta por Arteaga (2019)

| Daño interno (%) | Síntoma                                                                             | Daño interno (%) | Síntoma                                                                             |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                |  | 41 – 60          |  |
| 1 - 20           |  | 61 - 81          |  |
| 21 - 40          |  | >80              |  |

### Índice de mazorca

Dentro del área útil de cada parcela experimental se contabilizó el número de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de cacao seco.

### Índice de semilla

Se refiere al peso promedio de un grano de cacao, expresado en gramos. Este índice se utilizó para evaluar la calidad física del cacao y determinar el tamaño de los granos. Para ello, se tomó una muestra de 100 gramos secos y se pesó; el resultado es el índice de grano de cada unidad experimental.

### Rendimiento por hectárea

Se pesaron los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, con un porcentaje de humedad del 13%, y este valor se llevó luego a kilogramos por hectárea.

### Análisis económico

Luego de obtener los rendimientos y costos del ensayo, se realizó un análisis económico basado en el costo de los tratamientos, la mano de obra de aplicación y los ingresos por venta de cacao seco a precio de mercado local (aproximadamente \$2.31/kg, según el valor referencial en la zona durante el período del ensayo). Se calculó la utilidad neta por hectárea para cada tratamiento.

### Resultados y Discusión

#### Incidencia (%)

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la incidencia de daño (%) por *Moniliophthora roreri* L. reportados en las evaluaciones realizadas antes de la aplicación, así como a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de las aplicaciones, donde se reportó significancia

# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

estadística para todas las evaluaciones. La evaluación a los 0 días antes de la aplicación alcanzó alta significancia estadística entre los tratamientos; el testigo presentó la mayor incidencia de la enfermedad con 31%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Trichoderma harzianum* en dosis de 100 g/ha evidenció el menor promedio de incidencia con 18.33% (CV 6.66%).

La evaluación a los 7 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó la mayor incidencia con 40%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que los tratamientos *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1 L/ha y 1.5 L/ha evidenciaron el menor promedio de incidencia con 25.67% (CV 4.42%).

La evaluación a los 14 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó la mayor incidencia con 60%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha evidenció el menor promedio de incidencia con 29% (CV 2.94%).

La evaluación a los 21 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó la mayor incidencia con 80%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha evidenció el menor promedio de incidencia con 16.33% (CV 1.22%).

La evaluación a los 28 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística;

el testigo presentó la mayor incidencia con 91.67%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha evidenció el menor promedio de incidencia con 11% (CV 6.32%).

La evaluación a los 35 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó la mayor incidencia con 100%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha evidenció el menor promedio de incidencia con 5% (CV 3.99%).

Páez et al. (2024) reportaron reducciones significativas en la incidencia y severidad de moniliasis mediante la aplicación de cepas de *Bacillus*, lo cual se traduce en mejoras productivas similares a las observadas en esta investigación.

**Tabla 3.** Incidencia de enfermedad (%)

| Tratami<br>entos               | Dosis<br>/ha | Incidencia (%) |              |               |               |               |               |
|--------------------------------|--------------|----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                |              | 0<br>da<br>a   | 7<br>dd<br>a | 14<br>dd<br>a | 21<br>dd<br>a | 28<br>dd<br>a | 35<br>dd<br>a |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 400 ml       | 19.33<br>bcd   | 27.33<br>bc  | 29<br>d       | 16.33<br>f    | 11<br>d       | 5 d           |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 500 ml       | 19<br>cd       | 29.33<br>b   | 40.33<br>bc   | 50<br>c       | 61.33<br>bc   | 63<br>b       |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 100 g        | 18.33<br>d     | 26.33<br>bc  | 41<br>b       | 34<br>e       | 52.33<br>c    | 18.33<br>c    |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 150 g        | 23.33<br>b     | 28.67<br>bc  | 40.33<br>bc   | 48<br>d       | 59<br>bc      | 66.33<br>b    |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.0 L        | 18.67<br>cd    | 25.67<br>c   | 37.33<br>bc   | 50<br>c       | 63<br>b       | 67.67<br>b    |



# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

|                                |       |                 |                |                |           |                |                |
|--------------------------------|-------|-----------------|----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.5 L | 22.<br>67<br>bc | 25.<br>67<br>c | 41.<br>33<br>c | 52<br>b   | 63.<br>33<br>b | 65.<br>33<br>b |
| Testigo sin control            | ----- | 31<br>a         | 40<br>a        | 60<br>a        | 80<br>a   | 91.<br>67<br>a | 100<br>a       |
| Promedio                       |       | 21.<br>76       | 25.<br>33      | 41.<br>33      | 47.<br>19 | 57.<br>38      | 55.<br>09      |
| Significancia estadística      |       | **              | **             | **             | **        | **             | **             |
| C.V. (%)                       |       | 6.6<br>6        | 4.4<br>2       | 2.9<br>4       | 1.2<br>2  | 6.3<br>2       | 3.9<br>9       |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0.05$

\*\*Altamente significativa

daa: días antes de la aplicación

dda: días después de la aplicación

### Severidad (%)

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la severidad de daño (%) reportados en las evaluaciones realizadas antes de la aplicación, así como a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de las aplicaciones, donde se reportó significancia estadística para todas las evaluaciones.

La evaluación a los 0 días antes de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó la mayor severidad con 16%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha evidenció el menor promedio de severidad con 10.67% (CV 6.58%).

La evaluación a los 7 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó la mayor severidad con 20.33%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1.5 L/ha evidenció el menor promedio de severidad con 12% (CV 3.73%).

La evaluación a los 14 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó la mayor severidad con

23.33%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Trichoderma harzianum* en dosis de 100 g/ha evidenció el menor promedio de severidad con 17.67% (CV 3.27%).

La evaluación a los 21 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó la mayor severidad con 26%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Trichoderma harzianum* en dosis de 150 g/ha evidenció el menor promedio de severidad con 20.33% (CV 3.99%).

La evaluación a los 28 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó la mayor severidad con 29.67%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Trichoderma harzianum* en dosis de 150 g/ha evidenció el menor promedio de severidad con 20% (CV 2.33%).

La evaluación a los 35 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó la mayor severidad con 34.67%, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha evidenció el menor promedio de severidad con 20.67% (CV 6.28%).

Este resultado es consistente con lo señalado por IICA (2022), quien reporta que el control biológico con *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. puede reducir la incidencia y severidad de moniliasis hasta en un 49%, incrementando el número de mazorcas sanas. Asimismo, Neeraja et al. (2025) demostraron que la aplicación combinada de cepas de *Pseudomonas fluorescens* redujo significativamente la severidad de la pudrición de mazorca y mejoró la relación beneficio-costos, resultados



# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

comparables a los obtenidos en el presente estudio.

**Tabla 4.** Severidad de enfermedad (%)

| Trat.                          | Dosis<br>/ha | Severidad (%)    |                |                |                 |                 |                 |
|--------------------------------|--------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                |              | 0                | 7              | 14             | 21              | 28              | 35              |
|                                |              | da<br>a          | dd<br>a        | dd<br>a        | dd<br>a         | dd<br>a         | dd<br>a         |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 400 ml       | 10.<br>67<br>d   | 14<br>d        | 18.<br>33<br>b | 22.<br>67<br>bc | 24.<br>33<br>bc | 20.<br>67<br>c  |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 500 ml       | 13.<br>33<br>bc  | 16<br>bc       | 19<br>b        | 23.<br>33<br>b  | 25.<br>33<br>b  | 28.<br>33<br>b  |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 100 g        | 11.<br>33<br>cd  | 14<br>d        | 17.<br>67<br>b | 21.<br>67<br>bc | 23.<br>67<br>c  | 23.<br>67<br>bc |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 150 g        | 11.<br>67<br>bcd | 15<br>cd       | 18.<br>67<br>b | 20.<br>33<br>c  | 20<br>d         | 27.<br>33<br>b  |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.0 L        | 13.<br>67<br>b   | 17<br>b        | 19.<br>33<br>b | 22.<br>67<br>bc | 23<br>c         | 26.<br>33<br>b  |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.5 L        | 9.6<br>7 d       | 12<br>e        | 18.<br>33<br>b | 22<br>bc        | 23<br>c         | 28.<br>33<br>b  |
| Testigo sin control            | -----        | 16<br>a          | 20.<br>33<br>a | 23.<br>33<br>a | 26<br>a         | 29.<br>67<br>a  | 34.<br>67<br>a  |
| Promedio                       |              | 12.<br>33        | 15.<br>47      | 19.<br>23      | 22.<br>66       | 24.<br>14       | 27.<br>04       |
| Significancia estadística      |              | **               | **             | **             | **              | **              | **              |
| C.V. (%)                       |              | 6.5<br>8         | 3.7<br>3       | 3.2<br>7       | 3.9<br>9        | 2.3<br>3        | 6.2<br>8        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0.05$

\*\*Altamente significativa

daa: días antes de la aplicación

dda: días después de la aplicación

### Daños por escala

En la Tabla 5 se presentan los resultados del daño por escala gráfica reportados en las evaluaciones realizadas antes de la aplicación, así como a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de las aplicaciones. No se reportó significancia estadística para las tres primeras evaluaciones

(0, 7 y 14 días), mientras que para las tres últimas (21, 28 y 35 días) sí se reportó significancia estadística.

En la evaluación a los 0 días antes de la aplicación no se presentaron diferencias entre los tratamientos, con un promedio de 1 en la escala de medición (CV 37.80%).

En la evaluación a los 7 días después de la aplicación no se alcanzó significancia estadística; sin embargo, numéricamente el tratamiento con menor daño fue *Trichoderma harzianum* en dosis de 100 g/ha (1), mientras que el testigo tuvo mayor daño (2) (CV 29.57%).

En la evaluación a los 14 días después de la aplicación no se alcanzó significancia estadística; numéricamente los tratamientos con menor daño fueron *Trichoderma harzianum* en dosis de 100 g/ha (1) y *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1.5 L/ha (1), siendo el testigo el que tuvo mayor daño (2) (CV 32.73%).

La evaluación a los 21 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó el mayor daño con 2.33, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que los tratamientos *Bacillus subtilis* (400 ml/ha), *Bacillus subtilis* (500 ml/ha), *Trichoderma harzianum* (150 g/ha) y *Pseudomonas fluorescens* (1 L/ha) evidenciaron los menores promedios de daño (valor 1) (CV 24%).

La evaluación a los 28 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó el mayor daño con 2.33, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que los mismos tratamientos anteriores evidenciaron los menores promedios de daño (valor 1) (CV 24%).



# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

La evaluación a los 35 días después de la aplicación alcanzó alta significancia estadística; el testigo presentó el mayor daño con 2.33, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha evidenció el menor promedio de daño (valor 0) (CV 35.15%).

Este comportamiento confirma que los microorganismos antagonistas requieren un tiempo de establecimiento para ejercer mecanismos de control como micoparasitismo, competencia por nutrientes y producción de metabolitos antifúngicos (López et al., 2019).

**Tabla 5. Daño con escala grafica**

| Tratamientos                   | Dosis/ha | 0 daa | 7 dda | 14 dda | 21 dda | 28 dda | 35 dda |
|--------------------------------|----------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 400 ml   | 1 a   | 1 a   | 1 a    | 1 b    | 1 b    | 0 c    |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 500 ml   | 1 a   | 1 a   | 1 a    | 1 b    | 1 b    | 1 b    |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 100 g    | 1 a   | 1 a   | 1 a    | 1 b    | 1 b    | 1 b    |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 150 g    | 1 a   | 1 a   | 1 a    | 1 b    | 1 b    | 1 b    |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.0 L    | 1 a   | 1 a   | 1 a    | 1 b    | 1 b    | 1 b    |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.5 L    | 1 a   | 1 a   | 1 a    | 1 b    | 1 b    | 1 b    |
| Testigo sin control            | —        | 1 a   | 2 a   | 2 a    | 2.33 a | 2.33 a | 2.33 a |
| <b>Promedio</b>                |          | 1.00  | 1.14  | 1.14   | 1.19   | 1.19   | 1.19   |
| Significancia                  |          | NS    | NS    | NS     | **     | **     | **     |
| CV (%)                         |          | 37.80 | 29.57 | 32.73  | 24.00  | 24.00  | 35.15  |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0.05$

\*\*Altamente significante

NS: no significativa

daa: días antes de la aplicación

dda: días después de la aplicación

### Índice de mazorca

En la Tabla 6 se presentan los resultados del índice de mazorca. Se reportó alta significancia estadística entre los tratamientos (CV 5.67%). La aplicación de *Bacillus subtilis* (400 ml/ha), *Trichoderma harzianum* (150 g/ha) y *Pseudomonas fluorescens* (1 L/ha)

presentaron el mayor índice con 9.22 (mazorcas/kg), siendo estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos, mientras que el menor registro se dio en el testigo con 7.73 mazorcas/kg.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Sosa et al. (2025), quienes evidenciaron que la aplicación de *Trichoderma* spp. no solo reduce la moniliasis, sino que también incrementa el peso promedio de las mazorcas y el rendimiento por hectárea. Asimismo, Peñaherrera et al. (2020) señalaron que mezclas de *Trichoderma* spp. lograron incrementos significativos en el rendimiento y beneficios económicos en cacao.

**Tabla 6. Índice de mazorca**

| Tratamientos                   | Dosis/ha | Índice de mazorca (mazorcas/kg) |
|--------------------------------|----------|---------------------------------|
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 400 ml   | 9.22 a                          |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 500 ml   | 8.67 ab                         |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 100 g    | 9 ab                            |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 150 g    | 9.22 a                          |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.0 L    | 9.22 a                          |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.5 L    | 8.67 ab                         |
| Testigo sin control            | -----    | 7.73 b                          |
| <b>Promedio</b>                |          | 8.81                            |
| Significancia estadística      |          | *                               |
| C.V. (%)                       |          | 5.67                            |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0.05$

\*\*Altamente significante

### Índice de semilla

En la Tabla 7 se presentan los resultados del índice de semilla encontrados en las evaluaciones realizadas, donde se reporta alta significancia estadística entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 4.99%.

La aplicación de *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha logró el mayor índice con 1.77, siendo estadísticamente igual y superior a *Bacillus subtilis* en dosis de 500 ml/ha (1.74), *Trichoderma harzianum* en dosis de 100 g/ha



# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

(1.75), *Trichoderma harzianum* en dosis de 150 g/ha (1.73), *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1 L/ha (1.76) y *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1.5 L/ha (1.74), mientras que el testigo presentó el menor índice con 1.30.

Este comportamiento puede explicarse por la reducción del daño interno causado por *Moniliophthora roreri*, ya que la severidad de la enfermedad afecta directamente la integridad de las almendras. De igual manera, Cadena y Poma (2022) reportaron que el uso de *Trichoderma harzianum* disminuyó la severidad de *M. roreri* y mejoró el rendimiento del cacao, lo cual concuerda con los resultados obtenidos.

**Tabla 7. Índice de semilla**

| Tratamientos                   | Dosis/ha | Índice de semilla |
|--------------------------------|----------|-------------------|
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 400 ml   | 1.77 a            |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 500 ml   | 1.74 a            |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 100 g    | 1.75 a            |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 150 g    | 1.73 a            |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.0 L    | 1.76 a            |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.5 L    | 1.74 a            |
| Testigo sin control            | -----    | 1.30 b            |
| Promedio                       |          | 1.68              |
| Significancia estadística      |          | *                 |
| C.V. (%)                       |          | 4.99              |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0.05$

\*\*Altamente significativa

### Rendimiento kg/ha

En la tabla 8 se presentan los resultados del rendimiento de granos de cacao encontrados en las evaluaciones realizadas, donde se reportan alta significancia estadística entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 18.33 %. La aplicación de *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha logró el mayor rendimiento de granos con 1488.12 kg/ha, siendo estadísticamente igual y superior a *Bacillus subtilis* en dosis de 500 ml/ha (1311.96 kg/ha), *Trichoderma harzianum* en dosis de 100 g/ha (1466.31 kg/ha), *Pseudomonas*

*fluorescens* en dosis de 1 L/ha (1425.31 kg/ha) y, *Pseudomonas fluorescens* en dosis de 1.5 L/ha (1379.24 kg/ha), mientras que el testigo presentó el menor rendimiento de granos con 620.40 kg/ha. Estos resultados confirman el potencial de los agentes biológicos como alternativa sostenible frente al uso de fungicidas químicos, tal como lo señalan González et al. (2020), quienes destacan que los biofungicidas basados en *Bacillus subtilis* representan una opción eficaz y ambientalmente amigable para el manejo de enfermedades fúngicas en cacao.

**Tabla 8. Rendimiento de grano (kg/ha)**

| Tratamientos                   | Dosis/ha | Rendimiento de grano (kg/ha) |
|--------------------------------|----------|------------------------------|
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 400 ml   | 1488.12 a                    |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 500 ml   | 1311.96 a                    |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 100 g    | 1466.31 a                    |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 150 g    | 1124.59 ab                   |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.0 L    | 1425.31 a                    |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.5 L    | 1379.24 a                    |
| Testigo sin control            | -----    | 620.40 b                     |
| Promedio                       |          | 1259.41                      |
| Significancia estadística      |          | *                            |
| C.V. (%)                       |          | 18.33                        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0.05$

\*\*Altamente significativa

### Análisis económico

En las Tablas 9 y 10 se muestran los costos de aplicación calculados para el análisis de ingresos de los tratamientos evaluados. El mayor ingreso económico se obtuvo aplicando el tratamiento *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha con \$2877.57, mientras el menor ingreso se dio en el testigo sin control con \$1073.12.



# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

**Tabla 9. Costo de tratamientos**

| Tratamientos                   | Dosis l/ha | Número de aplicaciones por año | Total/ha/año | Costo unitario | Costo año |
|--------------------------------|------------|--------------------------------|--------------|----------------|-----------|
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 400 ml     | 24                             | 10 L         | 20             | 200       |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 500 ml     | 24                             | 12 L         | 20             | 240       |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 100 g      | 24                             | 2400 g       | 18             | 432       |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 150 g      | 24                             | 3600 g       | 18             | 648       |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.0 L      | 24                             | 24 L         | 20             | 480       |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.5 L      | 24                             | 36 L         | 20             | 720       |
| Testigo sin control            | -----      | 0                              | 0            | 0              | 0         |

alternativa al productor, siendo *Bacillus subtilis* a 400 ml/ha la opción más equilibrada entre control de la enfermedad y rentabilidad.

### Conclusiones

Los fungicidas biológicos evaluados demostraron ser eficaces en el manejo de moniliasis en las mazorcas de cacao, donde a partir de los 21 días después de la aplicación se observaron diferencias estadísticas significativas en las variables de daño, severidad e incidencia, reduciendo considerablemente el avance de la enfermedad en comparación con el testigo.

**Tabla 10. Análisis costo beneficio**

| Tratamientos                   | Dosis/ha | Rendimiento kg/ha | Ingresos | Egreso (Costo de tratamiento) | Costo de aplicación | Utilidad |
|--------------------------------|----------|-------------------|----------|-------------------------------|---------------------|----------|
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 400 ml   | 1488.12           | 3437.57  | 200                           | 360                 | 2877.57  |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | 500 ml   | 1311.96           | 3030.63  | 240                           | 360                 | 2430.63  |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 100 g    | 1466.31           | 3387.19  | 432                           | 360                 | 2595.19  |
| <i>Trichoderma harzianum</i>   | 150 g    | 1124.59           | 2597.80  | 648                           | 360                 | 1589.80  |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.0 L    | 1425.31           | 3292.46  | 480                           | 360                 | 2452.46  |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1.5 L    | 1379.24           | 3186.04  | 720                           | 360                 | 2106.04  |
| Testigo sin control            | -----    | 620.40            | 1433.12  | 0                             | 360                 | 1073.12  |

El tratamiento más efectivo fue *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha, el cual presentó menor incidencia final de la enfermedad (5%) y menor severidad acumulada (20.67%) a los 35 días, al igual que menor daño evaluado mediante escala (0 a los 35 días), mayor rendimiento por hectárea (1488.12 kg/ha), alto índice de mazorca (9.22 mazorcas/kg) y mayor índice de semilla (1.77).

Los tratamientos como *Trichoderma harzianum* (150 g/ha) y *Pseudomonas fluorescens* (1 L/ha) mostraron resultados estadísticamente similares en algunas variables productivas, aunque *Bacillus subtilis* (400 ml/ha) destacó por su estabilidad en todas las variables evaluadas, consolidándose como la mejor alternativa biológica dentro del ensayo. Los tratamientos biológicos generaron un incremento significativo en el rendimiento en comparación con el testigo, lo que demuestra una relación favorable entre el costo de aplicación y el porcentaje de control logrado, considerando que el mayor ingreso económico se obtuvo aplicando el tratamiento *Bacillus subtilis* en dosis de 400 ml/ha con \$2877.57.

Los resultados económicos mostraron que todos los tratamientos biológicos fueron rentables frente al testigo. *Bacillus subtilis* a 400 ml/ha obtuvo la mayor utilidad (\$2877.57/ha) debido a su bajo costo de tratamiento (\$200) y alto rendimiento (1488.12 kg/ha). En cambio, *Trichoderma harzianum* a 100 g/ha, aunque logró rendimiento similar (1466.31 kg/ha), tuvo un costo más elevado (\$432), lo que redujo su utilidad a \$2595.19/ha. Esto evidencia que la eficacia fitosanitaria debe complementarse con un análisis de costos para recomendar la mejor



# ECOAgropecuaria

## Revista Científica Ecológica Agropecuaria

### Contribución de los autores

Danilo Xavier Santana Aragone y Marlon Nallely Madeley Vera Chiriguaya desarrollo del trabajo experimental. Omar Ivan Brunis Velásquez, Sandro Daniel Triana Fernández y Fanny Judith Bosquez Arias, en la creación y redacción del artículo científico.

### Referencias bibliográficas

1. Arteaga, M. (2019). *Escala visual de síntomas de moniliasis en cacao* [Técnica de campo]. Universidad Técnica de Babahoyo.
2. Ayala, L. (2008). Escala de evaluación de moniliasis en frutos de cacao. En *Manual técnico del cultivo de cacao* (pp. 45–50). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
3. Cadena, F. A., & Poma Loza, E. (2022). Manejo de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*) con la aplicación de dos especies de *Trichoderma*. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 9(2), 37–43. <https://doi.org/10.53287/toks1912pc49l>
4. Contreras, J. (2025). *Evaluación de la eficacia de biocontroladores en el manejo de Moniliophthora roreri en mazorcas de cacao (Theobroma cacao L., clon CCN-51) en la zona de Caluma* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo].
5. Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia. (2015). *Manual de manejo fitosanitario del cacao*. Fedecacao.
6. González, R., Pérez, J., & Martínez, M. (2020). *Estrategias biológicas para el manejo de plagas y enfermedades en cultivos de cacao*. Editorial Universitaria.
7. Hernández-Rodríguez, A., Miguelez-Sierra, Y., Acebo-Guerrero, Y., De la Osa, A. D., & Casanova, M. A. (2023). A practical guide to isolation of fluorescent *Pseudomonas* antagonistic to *Phytophthora palmivora* (Butler) in *Theobroma cacao* L. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 127, 102061. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2023.102061>
8. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2025). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC) 2024*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/2024/Presentacion\\_de\\_resultados\\_ESPAC\\_2024.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2024/Presentacion_de_resultados_ESPAC_2024.pdf)
9. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2022). *Guía de manejo fitosanitario y de inocuidad en el cacaotal*. <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6456/1/BVE18029639e.pdf>
10. López, C., Ramírez, J., & Rodríguez, P. (2019). Control biológico de enfermedades en cultivos agrícolas: Aplicaciones en cacao. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 38(4), 565–579.
11. Mendoza, J. (2025). *Mecanismos de acción antagonista de Trichoderma*



## ECOAgropecuaria

### Revista Científica Ecológica Agropecuaria

---

- spp. y su aplicación en el control biológico [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].
12. Neeraja, B., et al. (2025). Indigenous plant growth-promoting rhizobacteria for cocoa growth enhancement and *Phytophthora* pod rot management in coastal Andhra Pradesh, India. *BMC Plant Biology*, 25, 1258. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07166-6>
13. Páez Martínez, P. P., Bernal Cabrera, A., Castro Albán, H. A., Castro-Gómez, R. del P., & Vera-Loor, M. A. (2024). Endophytic *Bacillus* as biological control agent against *Moniliophthora roreri* under field conditions. *Bioagro*, 36(3), 325–334. <https://doi.org/10.51372/bioagro36.3.7>
14. Peñaherrera Villafuerte, S., Cedeño García, G., Solórzano Alcívar, F., Cedeño-García, G., & 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 Agrícola*, 47(2), 5–15. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852020000200005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000200005)
15. Pinto, V. F., López, A. M., & Rodríguez, C. (2018). Métodos para la evaluación de incidencia y severidad de enfermedades fúngicas en maíz. *Fitopatología Brasileña*, 43(2), 145–152.
16. Sosa Bueno, D. G. C., Roberto Alejandro, G. S., Jefferson David, P. M., & Giovanna Gabriela, R. S. (2025). Control de la moniliasis en la producción de cacao con *Trichoderma* spp. *Revista Veritas de Difusão Científica*, 6(2), 1418–1443. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i2.697>
17. Varas Carvajal, I. A., Macías Holguín, C. J., Mendoza Thompson, J. U., Cárdenas Briones, D. K., & Bravo Díaz, L. F. (2024). Biocontrol de *Moniliophthora roreri* con *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* en cacao CCN-51. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(E4), 77–92. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE4/462>
18. Yadeta, K., Tefera, T., & Atay, A. (2022). Control biológico de *Phytophthora* spp. en cacao mediante el uso de *Trichoderma* y otros agentes biológicos. *Journal of Cacao Research*, 17(3), 45–59. <https://doi.org/10.1007/jcr.2022.17103>

