

17

## **CONTROL BIOLÓGICO**

**DE LA MAZORCA NEGRA (PHYTOPHTHORA PALMIVORA L.)  
EN EL CULTIVO DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.)**

# CONTROL BIOLÓGICO

DE LA MAZORCA NEGRA (PHYTOPHTHORA PALMIVORA L.) EN EL CULTIVO DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.)

## BIOLOGICAL CONTROL OF THE BLACK COB (PHYTOPHTHORA PALMIVORA L.) IN THE CROP OF COCOA (THEOBROMA CACAO L.)

Milton Aurelio Guamán Villa<sup>1</sup>

E-mail: [mguaman10@utmachala.edu.ec](mailto:mguaman10@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8603-1649>

Edwin Edison Jaramillo Aguilar<sup>1</sup>

E-mail: [ejaramillo@utmachala.edu.ec](mailto:ejaramillo@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8241-9598>

Jhon Fernando Bernal Morales<sup>1</sup>

E-mail: [jbernal\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:jbernal_est@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8733-1467>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Guamán Villa, M. A., Jaramillo Aguilar, E. J., Bernal Morales, J. F. (2022). Control biológico de la mazorca negra (Phytophthora Palmivora L.) En el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(3), 149-154.

### RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un árbol de la familia Esterculiceae de gran importancia en la economía de países en desarrollo, por sus diferentes usos y derivados que se le da al fruto. El factor principal de la pérdida de plantaciones y bajos rendimientos de la producción son ocasionadas por las enfermedades: la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa* Stahel), la moniliasis provocada por (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) y la pudrición negra de la mazorca (*Phytophthora* spp.). Debido a esta problemática de no tener un control eficaz para la erradicación de la enfermedad, nuestra investigación tiene como objetivo determinar la mejor estrategia de manejo fitosanitario en el cultivo de cacao, en la zona del recinto 3 de noviembre, en el cantón Balao. Para el experimento se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 7 tratamientos y 3 repeticiones. El área experimental estuvo distribuida en parcelas de 50m<sup>2</sup>, cada una está conformada por diferentes densidades de siembra 800-1000-1200 plantas/ha. Para la dosificación de los tratamientos se combinaron diferentes productos biológicos: *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp.; productos orgánicos como (extracto de algas); inductores de resistencia como (fosfito de potasio) y un fertilizante foliar a base de macro y micronutrientes, la aplicación de los tratamientos en la plantación de cacao se hizo durante 5 meses, acorde a la etapa fenológica de la planta. Como resultados estuvimos que el T3(*Bacillus* sp.+ extracto de algas+ fosfito de potasio + abono foliar) tuvo el mayor promedio de kilos cosechados de cacao en una densidad de 1200 plantas/ha.

### Palabras clave:

Cacao, hongos, enfermedades, *Trichoderma* sp.

### ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is a tree of the Esterculiceae family of great importance in the economy of developing countries, due to its different uses and derivatives that are given to the fruit. The main factor for the loss of plantations and low production yields are caused by diseases: witches' broom (*Moniliophthora perniciosa* Stahel), moniliasis caused by (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) and black ear rot (*Phytophthora* spp.). Due to this problem of not having an effective control for the eradication of the disease, our research aims to determine the best strategy for phytosanitary management in cocoa cultivation, in the area of the enclosure 3 de Noviembre, in the Balao canton. For the experiment, a completely randomized block design (DBCA) with 7 treatments and 3 repetitions was applied. The experimental area was distributed in plots of 50m<sup>2</sup>, each one is made up of different planting densities 800-1000-1200 plants/ha. For the dosing of the treatments, different biological products were combined: *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp.; organic products such as (seaweed extract); resistance inducers such as (potassium phosphite) and a foliar fertilizer based on macro and micronutrients, the application of the treatments in the cocoa plantation was done for 5 months, according to the phenological stage of the plant. As results we found that T3 (*Bacillus* sp. + algae extract + potassium phosphite + foliar fertilizer) had the highest average of harvested kilos of cocoa at a density of 1200 plants/ha.

### Keywords:

Cocoa, fungi, diseases, *Trichoderma* sp.

## INTRODUCCIÓN

El cacao es una planta agrícola tropical, su origen se da en la región amazónica que comprende a países como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, en esta región se presenta la mayor diversidad de especies del género *Theobroma* (Pérez, et al., 2021). El cacao es un cultivo de gran importancia económica, al ser cultivado en más de 50 países, la superficie de siembra en el Ecuador es alrededor de 2 millones de hectáreas.

Las provincias con mayor producción y superficie son Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas y El Oro (Campaña, et al., 2016). A nivel mundial se exportan alrededor de 3,3 millones de toneladas de cacao en grano. El principal productor es África que aporta con el 66% de la oferta mundial, le sigue el continente asiático con un 17.5 % y América creció en un 11% su producción (Sánchez, et al., 2019). Ecuador es uno de los principales proveedores de cacao a nivel mundial, es líder en producción (61% del mercado mundial) de cacao denominado “Arriba”, sus exportaciones alcanzaron 260 mil toneladas métricas (87% grano y 13% productos derivados). Los destinos más importantes en la exportación de cacao ecuatoriano son América (54%), Europa (29%) y Asia (17%) (Moreno, et al., 2020).

Las principales enfermedades en el cacao son la escoba de bruja causada por la moniliasis provocada por *Moniliophthora roreri* Cif & Parjy la pudrición negra de la mazorca (*Phytophthora spp.*) (Martínez de la Parte & Pérez, 2015). La pudrición parda o mazorca negra es una enfermedad causada por varias especies del género *Phytophthora*, su agente causal fue identificado como *P. palmivora*, se encuentra distribuida en los continentes de África, Asia y América siendo el factor más limitante en la producción de cacao, el desarrollo de la enfermedad está influenciada por las condiciones ambientales las precipitaciones, la humedad relativa alta y temperaturas frescas crean un ambiente favorable para el desarrollo del patógeno, donde sus fuentes principales de inóculo son suelo, raíces, hojas, cojines florales, flores y frutos infectados (Sánchez, et al., 2015).

El uso de microorganismo beneficios del género *Bacillus* sp., se caracterizan por la producción lipopéptidos o metabolitos secundarios como: iturina, surfactina, fengicinay

baconomicina, que presentan actividad antifúngica sobre fitopatógenos y son resistentes a presencia de fungicidas sintéticos (Orozco, et al., 2022). La siguiente investigación tiene como objetivo determinar la mejor estrategia de manejo fitosanitario en el cultivo de cacao, en la zona del recinto 3 de noviembre, en el cantón Balao.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en una plantación comercial de cacao JHVH10 de 15 años de edad, durante el año 2019-2020, en el recinto 3 de noviembre ubicado en 0° 20' 0" S, 79° 15' 0" W a una altitud de 50 msnm, en el cantón Balao, provincia del Guayas, Ecuador. Es una zona de clima templado, con una precipitación anual de 400 mm y una temperatura promedio de 24°C (Figura 1).

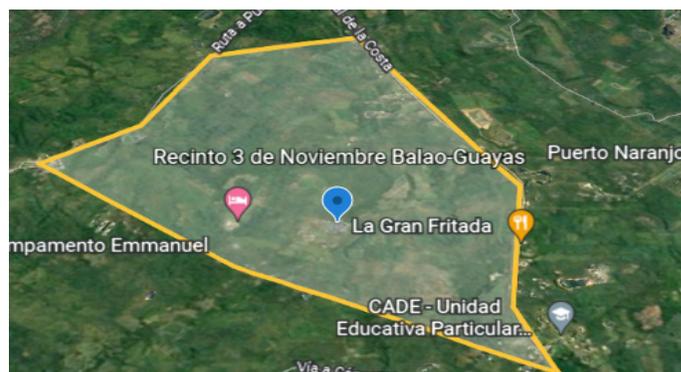


Figura 1. Recinto 3 de noviembre zona del experimento, Balao-Guayas.

Para el experimento se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 7 tratamientos y 3 repeticiones. El área experimental estuvo distribuida en parcelas de 50m<sup>2</sup>, cada una está conformada por diferentes densidades de siembra 800-1000-1200 plantas/ha. Para la dosificación de los tratamientos se combinaron diferentes productos biológicos: *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp.; productos orgánicos como (extracto de algas); inductores de resistencia como (fosfito de potasio) y un fertilizante foliar a base de macro y micronutrientes, la aplicación de los tratamientos en la plantación de cacao se hizo durante 5 meses, acorde a la etapa fenológica de la planta. El Tratamiento 7 (testigo absoluto) solo se le realizaron las labores culturales correspondientes.

Tabla 1. Tratamientos aplicados para el control de Mazorca negra (*Phytophthora palmivora* L.).

Tratamientos	Descripción general	descripción específica	Densidad poblacional	Método de control
T1	Producto biológico+ producto orgánico+ inductor de resistencia + fertilizante foliar completo	Bacillus sp.+ extracto de algas+ fosfito de potasio + abono foliar	800 p/ha	Biológico
T2	Producto biológico+ producto orgánico+ inductor de resistencia + fertilizante foliar completo	Bacillus sp.+ extracto de algas+ fosfito de potasio + abono foliar	1000 p/ha	Biológico

T3	Producto biológico+ producto orgánico+ inductor de resistencia + fertilizante foliar completo	Bacillus sp.+ extracto de algas+ fosfito de potasio + abono foliar	1200 p/ha	Biológico
T4	Producto biológico+ producto orgánico+ inductor de resistencia + fertilizante foliar completo	Trichoderma sp.+ extracto de algas + fosfito de potasio + abono foliar	800 p/ha	Biológico
T5	Producto biológico+ producto orgánico+ inductor de resistencia + fertilizante foliar completo	Trichoderma sp.+ extracto de algas + fosfito de potasio + abono foliar	1000 p/ha	Biológico
T6	Producto biológico+ producto orgánico+ inductor de resistencia + fertilizante foliar completo	Trichoderma sp.+ extracto de algas + fosfito de potasio + abono foliar	1200 p/ha	Biológico
T7	Labores culturales	Ninguno	1400 p/ha	ninguno

p=planta, ha=hectárea

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos en campo de las tres variables evaluadas total de kilos cosechados, número de mazorcas sanas y número de mazorcas infectadas, se sometieron a un análisis exploratorio de datos mediante las pruebas de Shapiro Will y Levene para comprobar si los datos obtenidos cumplen con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Expuesto lo anterior se procedió a analizar los datos mediante un ANOVA no paramétrico, mediante la prueba de Friedman, y adicionalmente se realizó la prueba de contrastes ortogonales.

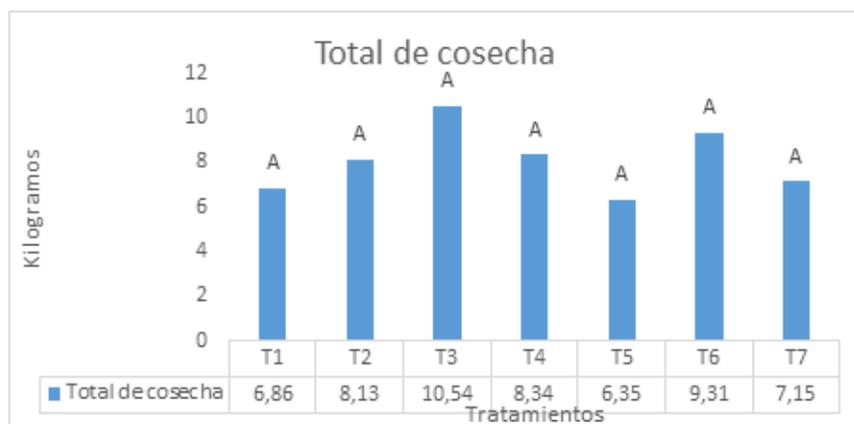


Figura 2. Total, de kilogramos cosechados.

Como se evidencia en la figura 2, en la variable total de kilos cosechados no hay una diferencia significativa entre los tratamientos, pero se puede observar que el mayor promedio de kilos cosechados se da en el tratamiento 3 (*Bacillus sp.* + extracto de algas+ fosfito de potasio + abono foliar). Estos datos obtenidos son similares a los reportados (Pilaloo, et al., 2021) los cuales nos indica que el uso de tratamientos biológicos a base de *Bacillus sp* combinado con podas fitosanitarias, presentan un mayor número de inflorescencia y cantidad de frutos sanos entre los primeros 30 y 60 días de evaluación.

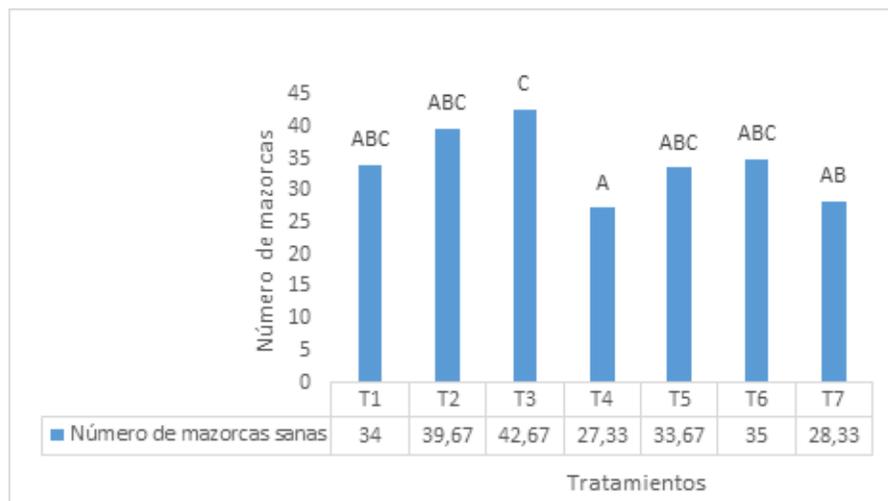


Figura 3. Numero de mazorcas sanas.

Como se evidencia en la figura 3, en la variable número de mazorcas sanas, si hay una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, como se puede observar el tratamiento tres tiene el mayor número de mazorcas sanas que el resto de los tratamientos. Según Anzules, et al. (2019), el tratamiento a base de labores culturales + *Bacillus subtilis* + fertilizante + abono tuvo el mayor número de mazorcas sanas.

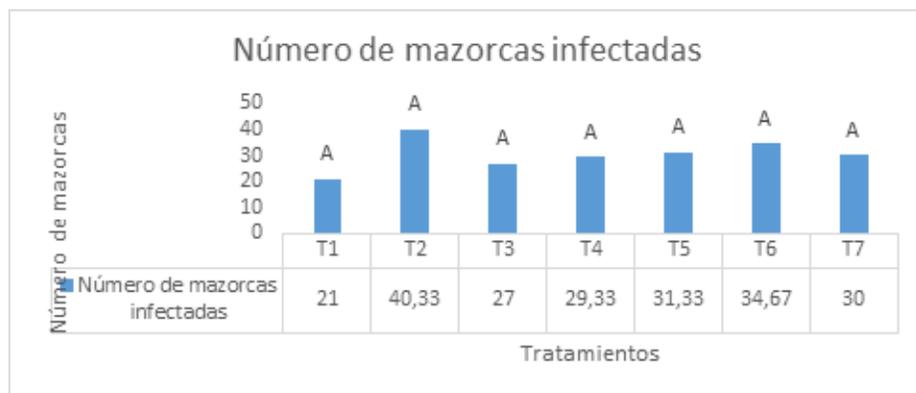


Figura 4. Numero de mazorcas infectadas.

Como se evidencia en la figura 4, en la variable número de mazorcas infectadas, no hay una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, como se observa el tratamiento tres (*Bacillus sp.* + extracto de algas+ fosfito de potasio + abono foliar) a una densidad poblacional de 1200 p/ha y el tratamiento uno (*Bacillus sp.* + extracto de algas+ fosfito de potasio + abono foliar) con 800 p/ha tienen el menor número de mazorcas enfermas que el resto de los tratamientos. Koranteng, et al. (2020), emplean cepas de *Bacillus amyloliquefaciens* a nivel in vitro y en campo para el control de *P. palmivora* demostrando la eficacia de esta bacteria antagonista en el control de la enfermedad y su potencial para ser desarrollado como agente de biocontrol (Tabla 1).

Tabla 2. Contrastes ortogonales en número de mazorcas sanas.

Contrastes ortogonales de Número de mazorcas sanas	p-valor
C1: T3 vs. T1 T2 T4 T5 T6 T7	0.0297
C2:T1 T2 T3 vs. T4 T5 T6	0.0412

Como se puede evidenciar en la tabla 2, en el contraste 1 hay una diferencia estadísticamente significativa entre el T3 con el resto de tratamientos, lo cual quiere decir que T3 es el mejor tratamiento. Además, se puede evidenciar en el contraste 2 que los tratamientos (T1-T2-T3) a base de bacillus son mejores y estadísticamente significativos, en comparación los tratamientos a base de Trichoderma (T4-T5-T6). Anzules, et al. (2022), encontraron que los tratamientos a base de *Bacillus subtilis* pueden utilizarse como biofungicidas en el control de enfermedades de cacao, teniendo un mejor efecto inhibitorio en el control de mazorca negra. De acuerdo a los datos reportados por

## CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis estadístico no paramétrico, prueba de Friedman y a la prueba de contraste ortogonales, el T3 es el mejor tratamiento y estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. Se pudo evidenciar que los tratamientos a base de Bacillus son mejores y estadísticamente diferentes a los tratamientos que contienen Trichoderma, de acuerdo a la prueba de contrastes ortogonales. Realizar un programa nutricional en el cultivo de cacao, partiendo de un análisis de fertilidad de suelo, nos facilitaría identificar que nutrientes están deficientes en nuestro suelo y en base a eso obtener la dosificación ideal que cumpla con la demanda nutricional del cultivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzules, V., Borjas, R., Alvarado, L., Castro, V., & Julca, A. (2019). Control cultural, biológico y químico de Monilophthora roreri y Phytophthora spp en Theobroma cacao 'CCN-51'. *Scientia Agropecuaria*, *10(4)*, 511-520.
- Anzules, V., Pazmiño, E., Alvarado, L., Borjas, R., Castro, V., & Julca, A. (2022). Control de enfermedades del cacao ( Theobroma cacao ) en Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, *33(1)*, 1-12.
- Campaña, A., Hidalgo, F., & Sigcha, A. (2016). Cacao y campesinos: Experiencias de producción e investigación. SIPAE.
- Koranteng, S., Awuah, R., & Kankam, F. (2020). Biological control of black pod disease of cocoa (Theobroma cacao L.) with Bacillus amyloliquefaciens, Aspergillus sp. and Penicillium sp. in vitro and in the field. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, *12(2)*, 52-63.
- Martínez de la Parte, E., & Pérez, L. (2015). Incidencia de enfermedades fúngicas en plantaciones de cacao de las provincias orientales de Cuba. *Rev. Protección Veg.*, *30(2)*, 87-96.
- Moreno, C., Molina, I., Miranda, Z., Moreno, R., & Moreno, P. (2020). La cadena de valor de cacao en Ecuador: una propuesta de estrategias para coadyuvar a la sostenibilidad. *Bioagro* *32(3)*, 205-214.
- Orozco, A., Cerna, E., Ochoa, Y., Landeros, J., Jasso, D., Medina, I., & Olalde, V. (2022). Efecto inhibitorio de nanotubos de carbono con extractos de Bacillus amyloliquefaciens sobre hongos fitopatógenos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, *9(1)*, 1-9.
- Pérez, E., Guzmán, R., Álvarez, C., Lares, M., Martínez, K., Suniaga, G., & Pavani, A. (2021). Cacao, cultura y patrimonio: un hábitat de aroma fino en Venezuela. *RIVAR*, *8(22)*, 146-162.

Pilaloo, W., Alvarado, A., Pérez, D., & Torres, S. (2021). Manejo agroecológico de la Moniliasis en el cultivo de cacao (Theobroma cacao) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal. *ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, *5(15)*, 453-468.

Sánchez, V., Zambrano, J., & Iglesias, C. (2019). *La Cadena de Valor del Cacao en América Latina y El Caribe*. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5382/1/Informe%20CACAO.pdf>