Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia

Eficacia del fungicida biorracional BS6 como alternativa para mancozeb en programas para control de Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*)

René MedinaValdez[1*], Marco V. Blanco[2], Luis Grandes Román[3], Angelo Albuja[4]

[1]Director Estratégico, Corporación Grandes, [2]Consultor internacional independiente en Banano, [3]CEO Corporación Grandes, [4]Director de Investigación, NINDALGO

***Autor de correspondencia:**
René MedinaValdez
rmedina@grupograndes.com

Contribución:
Artículo Científico

Sección:
Fitosanidad

Recibido:
15 diciembre, 2025
Publicado:
30 abril, 2026

Cita:
MedinaValdez R, Blanco MV, Grandes Román L, Albuja A. 2026. Eficacia del fungicida biorracional BS6 como alternativa para mancozeb en programas para control de Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*). *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia* 3(1): 107 https://doi.org/10.62498/ARTC.26107

RESUMEN

La severidad de Sigatoka negra *(Pseudocercospora fijiensis)*, la pérdida de sensibilidad a fungicidas sistémicos y la probable restricción por LMR's (Límite Máximo de Residuos) de Mancozeb ha motivado la evaluación de fungicidas biorracionales como BS6 que contiene Lupunina, alcaloide que se extrae de la planta *(Lupinus mutabilis)* como alternativa para controlar la enfermedad. Este estudio fue realizado en Quevedo, Ecuador en la estación lluviosa del 2024. Se trabajó con un diseño de bloques completos al azar, tres repeticiones y cuatro plantas evaluadas por repetición en parcelas con 180 m^2, protegidas por barreras de pasto King Gras. En el estudio se evaluó la respuesta del fungicida BS6 a tres dosis de aceite Banole (3.79, 5.67 y 7.57 L ha^{-1}) y su eficacia como sustituto de Mancozeb. Las variables evaluadas fueron: Índice de severidad, hojas totales, hojas funcionales, hoja más joven con estrías, hoja más joven con manchas y el área foliar afectada en porcentaje. Se realizó la prueba Fisher para comparar medias entre tratamientos y su relación con la eficacia en el control de los síntomas de la enfermedad con una significancia del 5 % ($\alpha = 0.05$). BS6 responde eficazmente a 1.0 L ha^{-1} y mejora su desempeño a mayor dosis de aceite. Los resultados mostraron que no hay diferencia estadística significativa cuando BS6 fue utilizado como sustituto de Mancozeb en rotaciones típicas de la zona.

Palabras clave: BS6, Mancozeb, Sigatoka negra, Biorracional, Lupunina

ABSTRACT

Severity of black Sigatoka *(Pseudocercospora fijiensis)*, loss of sensitivity to systemic fungicides and the probable restriction by MRL's (Maximum Residue Limit) have prompted the evaluation of biorational fungicides such as BS6, which contains Lupunine an alkaloid extracted from the plant *(Lupinus mutabilis)* as an alternative for disease control. It was carried out in Quevedo, Ecuador during the rainy season of 2024. A randomized complete block design was used, with three replications and four evaluated plants per plot. Each plot measured 180 m^2 and was protected by King Gras barriers to prevent drift. In phase one, the combination of two doses of the product (1.0 and 2.0 L ha-1) and the study evaluated the response of the fungicide BS6 to three doses of Banole oil (3.79, 5.67 and 7.57 L ha^{-1}) and its effectiveness as a substitute for Mancozeb. The variables evaluated were: Severity index, total leaves, functional leaves, younger leaf with stretch marks, younger leaf with spots and the affected leaf area in percentage. The Fisher test was performed to compare averages between treatments and their relationship with the effectiveness in controlling the symptoms of the disease with a significance of 5% ($\alpha = 0.05$). BS6 performed best at 1.0 L ha^{-1} with the highest oil dose. No significant differences were found when replacing Mancozeb in local rotation schemes.

Keywords: BS6, Mancozeb, Black Sigatoka, Biorational, Lupunina

Copyright: © 2026 por los autores. Licencia Acorbat Internacional. Este artículo es de acceso libre y distribuido bajo los términos de Acorbat Internacional

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de pérdida de peso y productividad en el cultivo de Banano es la enfermedad de la Sigatoka Negra causada por el patógeno (*Paracercospora fijiensis)*. El grupo de trabajo de la FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) sugiere en su minuta del año 2018 que la eficacia sostenible de los fungicidas puede lograrse con un cuidadoso manejo que permita evitar que el hongo desarrolle resistencia. Luego del anuncio de la Comisión Europea en octubre del 2020 de no renovar la autorización de uso del Mancozeb para los estados miembros y la posibilidad de la restricción por LMR's (Límite Máximo de Residuos) o la extensión de la prohibición del fungicida en los países productores ha provocado preocupación general en los diferentes actores de la industria ante la posibilidad de no contar con esta herramienta para la prevención de la pérdida de sensibilidad de los fungicidas sistémicos. La FRAC en el 2024 reconoció que los fungicidas biológicos pertenecen a la clase BM01 y BM02 y teniendo reportes de eficacia comprobada de estos fungicidas que pueden ser utilizados solos o como acompañantes de las moléculas tradicionales y que no tienen restricción en el número de usos lo que motivó la evaluación de productos biorracionales como el BS6 que contiene Lupunina, alcaloide quinolizidínico de origen natural que se encuentra en semillas y plantas aéreas de la planta *Lupinus mutabilis* como alternativa para el reemplazo parcial o total de Mancozeb en estrategias para control de la enfermedad. BS6 es un biofungicida que posee múltiples modos de acción, entre los que se pueden citar están: Desestabilización de la pared celular del hongo, los alcaloides degradan componentes clave como la quitina y los β-1,3-glucanos, debilitando la estructura del patógeno; Inhibición de procesos vitales: impide la germinación de esporas y el avance de las lesiones provocadas por el hongo; Activación de defensas naturales: promueve la división celular y la regeneración foliar, ayudando a la planta a recuperarse del daño; Acción preventiva y curativa: suprime colonias existentes y evita nuevas infecciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El ensayo se realizó en la zona Bananera de Quevedo, en la estación experimental del Dr. Marco Vinicio Blanco con georreferenciación de: Latitud (S 0° 59' 12.0") y Longitud: (W 79° 26' 38.7"), altitud de 5 m s. n. m., precipitación promedio de 2600 mm y humedad relativa promedio de 90 %. La evaluación se realizó durante la estación lluviosa del año 2024 donde hubo una precipitación acumulada de 3.039 mm como se puede apreciar en la Figura 1 y con un promedio de temperatura máxima de 30.2 °C y 23.4 °C ilustrado en la Figura 2.

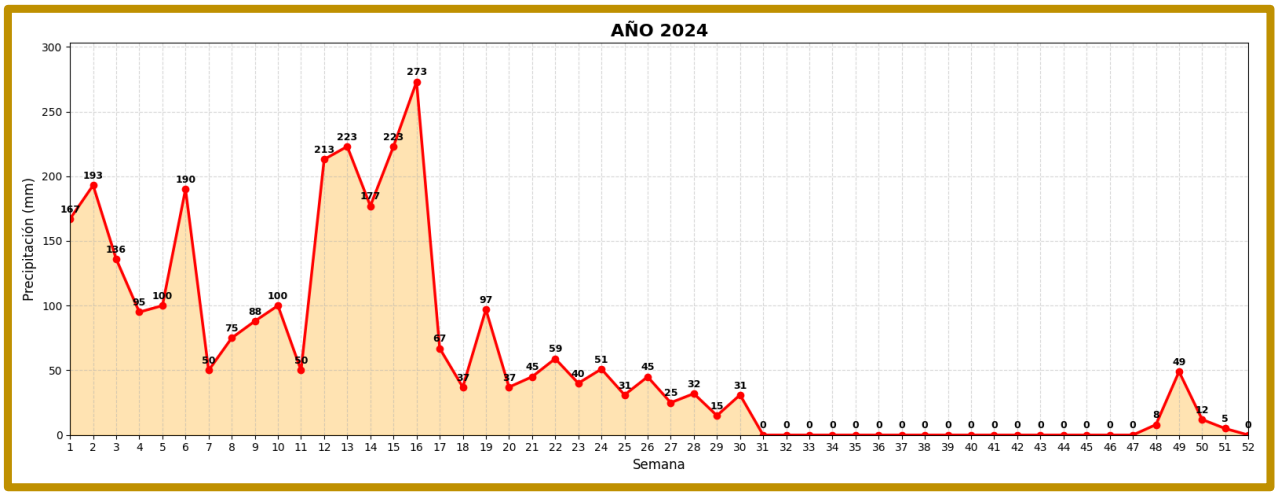


Figura 1. Precipitación acumulada anual año 2024 en la estación experimental Marco Blanco.

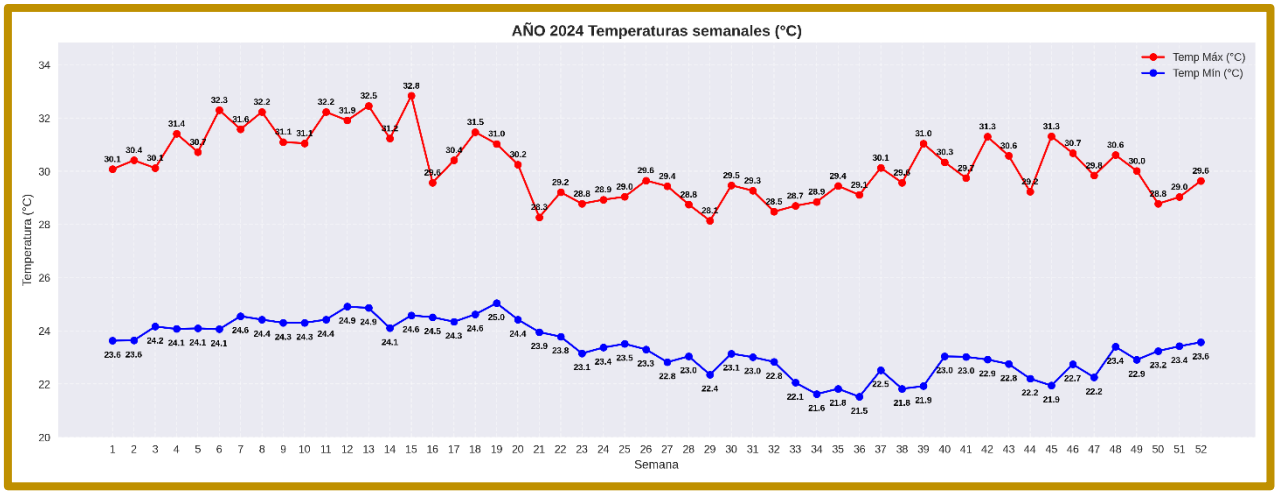


Figura 2. Promedio de temperaturas máxima y mínima en °C año 2024 en la estación experimental Marco Blanco.

Equipo de aplicación

Se utilizó una bomba de motor marca Solo 423 equipada con bomba centrífuga y un Micronair AU-800 controlando el tamaño y distribución de las gotas para simular la aplicación aérea.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones y cuatro plantas evaluadas por repetición. Los bloques tuvieron un área de 180 m^2 (12 X 15 m), protegidos por barreras de pasto King Gras para evitar la deriva entre ellos. Por el tamaño pequeño de muestra se utilizó la prueba de Fisher para comparar las medias

entre los tratamientos de los diferentes fungicidas y su relación con la eficacia en el control de los síntomas provocados por la enfermedad. El análisis se realizó con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0.05$). Se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando $p < 0.05$.

Tratamientos

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados.

EVALUACIÓN FUNGICIDA BIORRACIONAL BS6			
TTO.*	**PRODUCTOS**	**DOSIS kg ha-^{1}**	**OIL L**
1	TESTIGO ABSOLUTO	NA **	NA
2	OIL (Emulsión)	0.00	7.57
3	BS6 + AGUA	1.00	0
4	BS6 + OIL ***	1.00	3.79
5	BS6 + OIL	1.00	5.67
6	BS6 + OIL	1.00	7.57
7	BS6 + OIL+CEP****	1.00	3.79
8	DITHANE 60 SC + OIL	1.75 +1.00	3.79

*TTO.: Tratamiento, **NA: No aplica, ***OIL: Aceite agrícola mineral parafínico, ****CEP: Cera de estearina de palma.

Se realizaron diez aplicaciones. El volumen de agua por hectárea fue de 23 litros y se utilizó emulsificante al 1 %. Las variables evaluadas fueron: Índice de severidad basada en la escala de Stover modificada por Gahul[4]: **II,** Hojas totales: **TH,** Hojas funcionales: **HF** (Grado 2 de Stover, hojas con máximo 5 % de área foliar afectada: AFA medida en porcentaje). Hoja más joven con estrías: **YLI.** Hoja más joven con manchas: **YLS,** Área foliar afectada en porcentaje: **AFA.** Para todas las variables evaluadas se analizó el Área bajo la curva: **ABC** porque permite analizar la evolución de la enfermedad considerando la severidad de esta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de las diez aplicaciones se obtuvieron los resultados que siguen a continuación.

Cuadro 2. Área bajo la curva. Significancia al 5 % de probabilidad (p<0.05).

EVALUACIÓN DE FUNGICIDA BIORRACIONAL BS6									
TTO.*	PRODUCTOS	DOSIS kg ha-1	OIL L	II	TH	HF	YLI	YLS	AFA
1	TESTIGO ABSOLUTO	NA	NA	1638 E	441 B	318 D	242 D	311 C	719 D
	OIL (Emulsión)	0,00	7,57	1189 C	477 A	384 AB	286 AB	369 A	323 B
2	BS6 + AGUA	1,00	0	1381 D	444 B	346 C	264 C	338 B	555 C
3	BS6 + OIL	1,00	3,79	1108 BC	443 B	371 B	284 AB	358 A	318 B
4	BS6 + OIL	1,00	5,67	997 B	441 B	376 B	286 AB	365 A	178 A
5	BS6 + OIL	1,00	7,57	1013 B	457 AB	393 AB	291 A	377 A	171 A
6	BS6 + OIL+CEP****	1,00	3,79	1013 B	439 B	378 B	280 B	364 A	173 A
7	DITHANE 60 SC + OIL	1,75 +1,00	3,79	869 A	438 B	404 A	289 A	373 A	89 A

Para el índice de infección existieron diferencias estadísticas favorables al tratamiento con Mancozeb, para esta variable los tratamientos de BS6 más aceite fueron mejores que solo aceite y el testigo absoluto. Para la variable total de hojas, el BS6 más aceite a dos galones y el de aceite en emulsión mostraron ser superiores que los demás. En el caso de las hojas funcionales los tratamientos de BS6 con mayor dosis de aceite, el que tuvo la cera de estearina de palma y el Dithane mostraron mayor eficacia. En lo que respecta al YLI, YLS y el AFA el desempeño de BS6 a mayor dosis de aceite no muestra diferencias significativas con Dithane, siendo superiores al de solo aceite y el testigo absoluto.

CONCLUSIONES

El fungicida biorracional BS6 demostró tener efectos positivos para el control de la enfermedad de la Sigatoka negra, (*Paracercospora fijiensis).*

El producto BS6 mostró mejor respuesta al incremento en las dosis de aceite agrícola mineral.

Cuando se sustituyó un galón de aceite y se agregó un litro de cera de estearina de palma el BS6 mostró que puede mantener un control similar de la enfermedad comparado con el tratamiento con mayor dosis de aceite.

Considerando los resultados al finalizar este estudio se puede concluir que BS6 utilizado como alternativa para sustituir MANCOZEB en rotaciones típicas de la zona prácticamente no tuvo diferencias estadísticas significativas.

REFERENCIAS

Fungicide Resistance Action Committee. 2018. FRAC Mode of Action Classification 2018. CropLife International: https://www.frac.info/media/2qrehfff/banana-wg-meeting-minutes-2018-english.pdf.

Anonymous, 2020. Commission Implementing regulation (EU) 2020/2087 of 14 December 2020 concerning the non-renewal of the approval of the active substance mancozeb, in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market and amending the Annex to Commission Implementing Regulation (EU) No 540/2011. Official Journal of the European Union.

Carr C, Villalobos R, Villalta R y Chaves N. 2021. Evaluación semi-comercial de la eficacia biológica del fungicida botánico Pluviam 6 OL para el combate de la Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*, sin. *Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo del banano (*Musa* AAA). [Informe final de investigación sin publicar]. Corporación Bananera Nacional, Costa Rica.

Gauhl F. 1989. Epidemiology and Ecology of Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) on Plantain and Banana (*Musa* spp.) in Costa Rica, Central America. Inibap. Translated from German (1989) by Jend M., 1994.