593 Digital Publisher CEIT
ISSN 2588-0705

Sensibilidad in vitro de Moniliophthora roreri h.c. evans, agente causal de la moniliasis del cacao (Theobroma cacao L.) a fungicidas de diferentes modos de acción

In vitro sensitivity of Moniliophthora roreri h.c. evans, the causal agent of moniliasis in cacao (Theobroma cacao L.), to fungicides with different modes of action

Jhon Patricio Cajo-Vega[1]
Universidad Estatal de Bolívar
jhoncpc99@gmail.com

Vanessa Rocío Tenegusñay-Naula[2]
Universidad Estatal de Bolívar
vanessarocio24@gmail.com

doi.org/10.33386/593dp.2025.5.3535

V10-N5 (sep-oct) 2025, pp 528-537| Recibido: 09 de septiembre del 2025-Aceptado: 26 de septiembre del 2025 (2 ronda rev.)

---

1 Ingeniero Agrónomo, con Maestría en Sanidad Vegetal. Técnico de Campo en Predios Gavilánez en la Ciudad de Guaranda.
2 Ingeniera Agrónoma. Representante Técnico en la empresa Campo Fértil en la Ciudad de Riobamba.

Cómo citar este artículo en norma APA:

Cajo-Vega, J., & Tenegusñay-Naula, V., (2025). Sensibilidad in vitro de Moniliophthora roreri h.c. evans, agente causal de la moniliasis del cacao (Theobroma cacao L.) a fungicidas de diferentes modos de acción. 593 Digital Publisher CEIT, 10(5), 528-537, https://doi.org/10.33386/593dp.2025.5.3535

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

Moniliophthora roreri es un hongo basidiomicete agresivo que afecta frutos de cacao en países latinoamericanos, ocasionando pérdidas de hasta el 80% de la cosecha anual. Su capacidad de infectar con una sola espora y producir millones de ellas convierte a la moniliasis en un grave problema fitosanitario. El objetivo de este estudio fue determinar la sensibilidad in vitro de Moniliophthora roreri H.C. Evans, agente causal de la moniliasis del cacao (Theobroma cacao L.), a fungicidas de diferentes modos de acción. La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a 2850 m s. n. m. Se emplearon ocho cepas de Moniliophthora roreri aisladas de frutos de cacao de los cantones Francisco de Orellana y Joya de los Sachas, correspondientes a los genotipos Nacional, CCN51 y Super Árbol. Se evaluaron seis principios activos en medio V8 modificado con concentraciones de 0,01 a 100 ppm. Los discos de micelio se incubaron a 28 ± 2 °C. Se midió la tasa de crecimiento micelial, se calculó la DE50 y los datos fueron analizados con ANOVA y Tukey al 5%. Los resultados mostraron diferencias significativas entre cepas ($p < 0,001$). La cepa 2 presentó la mayor TCM en 100 ppm (2,01 mm/día), mientras que la cepa 8 registró el menor valor (0,56 mm/día). A 1 ppm, la cepa 6 alcanzó 4,22 mm/día frente a 2,46 mm/día en la cepa 4, confirmando variabilidad en la sensibilidad. Se concluye que la variabilidad genética de M. roreri influye en la sensibilidad a fungicidas y que la resistencia depende del ingrediente activo y del genotipo del cacao hospedero, reforzando la necesidad de programas de manejo integrado.

Palabras clave: Basidiomiceto; cacao; fungicidas; moniliophthora roreri; resistencia.

ABSTRACT

Moniliophthora roreri is an aggressive basidiomycete fungus that affects cocoa fruits in Latin American countries, causing losses of up to 80% of the annual harvest. Its ability to infect with a single spore and produce millions of them makes frosty pod rot a serious phytosanitary problem. The objective of this study was to determine the in vitro sensitivity of Moniliophthora roreri H.C. Evans, the causal agent of frosty pod rot in cacao (Theobroma cacao L.), to fungicides with different modes of action. The research was carried out in the Phytopathology Laboratory of the Faculty of Natural Resources at the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, located at 2850 m a.s.l. Eight strains of Moniliophthora roreri isolated from cocoa fruits from the cantons of Francisco de Orellana and Joya de los Sachas, corresponding to the Nacional, CCN51, and Super Árbol genotypes, were used. Six active ingredients were evaluated in modified V8 medium at concentrations ranging from 0.01 to 100 ppm. Mycelial discs were incubated at 28 ± 2 °C. The mycelial growth rate (MGR) was measured, the ED50 was calculated, and the data were analyzed using ANOVA and Tukey's test at 5%. The results showed significant differences among strains ($p < 0.001$). Strain 2 exhibited the highest MGR at 100 ppm (2.01 mm/day), while strain 8 recorded the lowest value (0.56 mm/day). At 1 ppm, strain 6 reached 4.22 mm/day compared to 2.46 mm/day in strain 4, confirming variability in sensitivity. It is concluded that the genetic variability of M. roreri influences its sensitivity to fungicides and that resistance depends on both the active ingredient and the cocoa genotype, reinforcing the need for integrated management programs.

Keywords: Basidiomycete; cacao; fungicides; moniliophthora roreri; resistance.

Introducción

Moniliophthora roreri es un hongo basidiomicete capaz de adaptarse a distintas condiciones ambientales y se encuentra presente en zonas de producción de cacao en la mayoría de los países latinoamericanos (Belice, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Perú, Panamá, Bolivia y Venezuela). Esta enfermedad resulta altamente perjudicial, con pérdidas estimadas de hasta el 80% de la cosecha anual, lo que hace necesario un manejo adecuado del cultivo. El hongo, al ser extremadamente agresivo, puede infectar al fruto únicamente con una sola espora, considerando que una mazorca enferma puede producir hasta 144 millones de esporas (Solís et al., 2015). Además, *Moniliophthora roreri* ataca exclusivamente a frutos del género *Theobroma spp.* y *Herrania spp.* (Torres et al., 2019).

Diversos estudios han señalado que los fungicidas utilizados para el control de fitopatógenos pueden perder eficacia debido a la resistencia que desarrolla la población de hongos (Carmona & Sautua, 2017). Esta resistencia surge por el uso repetitivo de productos con el mismo modo de acción, lo cual provoca cambios genéticos de forma evolutiva, heredables en la población y que resultan en la insensibilidad de un hongo frente a un fungicida (Baibakova et al., 2019).

Los fungicidas protectantes actúan en la superficie de hojas y tallos, mostrando eficacia frente a un amplio espectro de hongos. En contraste, los fungicidas sistémicos son absorbidos por las plantas sin modificaciones y transportados hacia otros tejidos, donde resultan tóxicos para los hongos (Lesemann et al., 2006).

En Ecuador, los estudios de sensibilidad in vitro de *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.), son aún escasos, lo que evidencia la importancia de desarrollar investigaciones de este tipo. Estos estudios permiten identificar los principios activos con mayor eficiencia en el control de la enfermedad, analizar los modos de acción que podrían generar poblaciones resistentes de *M. roreri* y contrastar los resultados con los obtenidos en otros países. De este modo, se facilita la generación de métodos de control que pueden incorporarse en programas de manejo integrado del cultivo (Tenegusñay, 2022).

En este sentido, la investigación realizada determinó cuál de los principios activos, modos de acción y dosis presentó el mejor efecto inhibitorio in vitro sobre *Moniliophthora roreri*, además de identificar cuáles de las cepas evaluadas resultaron resistentes o sensibles a los modos de acción utilizados (Tenegusñay, 2022).

El objetivo de este estudio es determinar la sensibilidad in vitro de *Moniliophthora roreri* H.C. Evans, agente causal de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.), a fungicidas de diferentes modos de acción (Tenegusñay, 2022).

Método

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicado a 2850 m s. n. m., en las coordenadas 01°38’51” S y 78°40’59” W.

Se emplearon ocho cepas de *Moniliophthora roreri* aisladas de frutos de cacao (*Theobroma cacao L.*) de los cantones Francisco de Orellana y Joya de los Sachas, correspondientes a los genotipos Nacional, CCN51 y Super Árbol. Los principios activos evaluados fueron tiabendazol, tebuconazol, azoxystrobin, boscalid, sulfato de cobre y un extracto vegetal, todos en formulaciones comerciales disponibles.

El medio de cultivo utilizado fue V8 modificado. Para cada fungicida se preparó una solución inicial de 100 ppm y, a partir de ella, se realizaron diluciones seriadas para obtener concentraciones de 10, 1, 0,1 y 0,01 ppm. Posteriormente, se dispensaron 15 mL del medio en cajas Petri, estableciendo tres repeticiones por tratamiento, mientras que el control consistió en medio sin fungicida. Los discos de micelio de *M.*

roreri (5,13 mm de diámetro) fueron colocados en el centro de cada caja y se mantuvieron en incubación a 28 ± 2 °C en condiciones de oscuridad hasta que el control completó el crecimiento.

La variable registrada fue la tasa de crecimiento micelial, obtenida a partir de la medición del diámetro de las colonias en dos direcciones cada 48 horas. Con estos datos se determinó la dosis efectiva 50 (DE50) mediante la librería **EC50 Estimator** del programa R v.4.2.1.

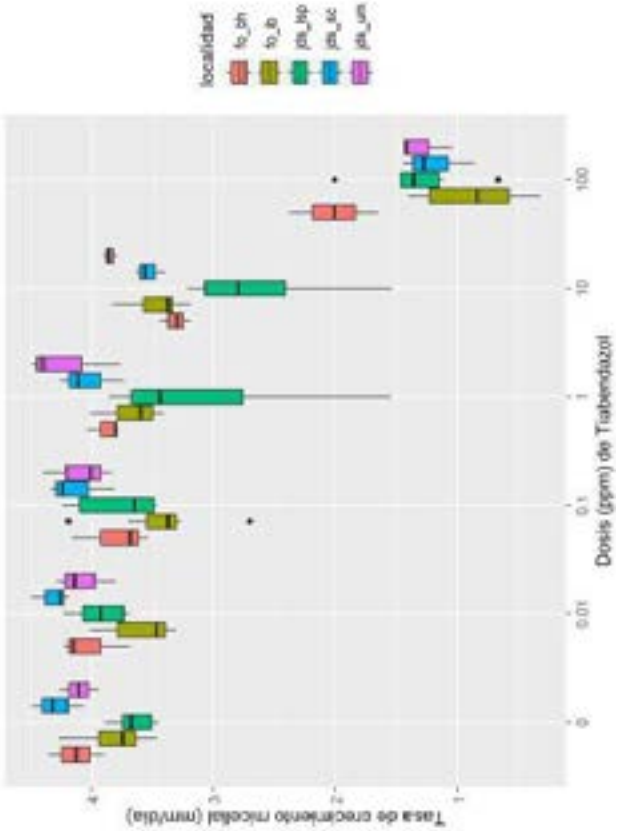
El análisis estadístico se efectuó bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial, considerando como factores las dosis de fungicidas y las cepas. Cada tratamiento contó con tres repeticiones y los datos se procesaron mediante análisis de varianza (ANOVA), complementado con la prueba de Tukey al 5% para la separación de medias.

Resultados

Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

Gráfico 1

Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol.



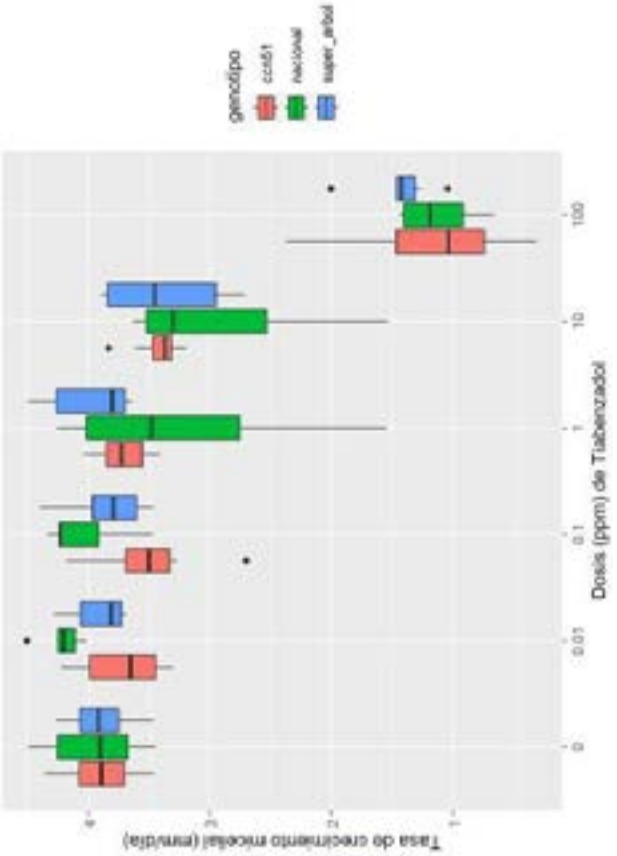
TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes localidades) en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes dosis.
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* en la dosis 0 ppm fue mayor en las cepas del cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) y menor en las cepas provenientes del mismo cantón, comunidad Lago San Pedro (jds_lsp). Por otro lado, en las dosis 0,01 ppm y 0,1 ppm la TCM de *M. roreri* fue mayor en las cepas obtenidas del cantón Joya de los Sachas, comunidad San Carlos (jds_sc) y menor en las cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad La Belleza (fo_lb). En las dosis 1 ppm y 10 ppm se observó una mayor TCM de *M roreri* en las cepas del

cantón Joya de los Sachas, comunidad Unión Milagreña (jds_um) y menor en las cepas del mismo cantón, comunidad Lago San Pedro (jds_lsp); finalmente en la dosis 100 ppm la TCM de *M. roreri* fue mayor en cepas del cantón Francisco de Orellana, comunidad Bajo Huino (fo_bh) y menor en cepas del mismo cantón, comunidad La Belleza (fo_lb) (Ilustración 1-4).

Gráfico 2

Tasa de crecimiento micelial de Moniliophthora roreri (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol.

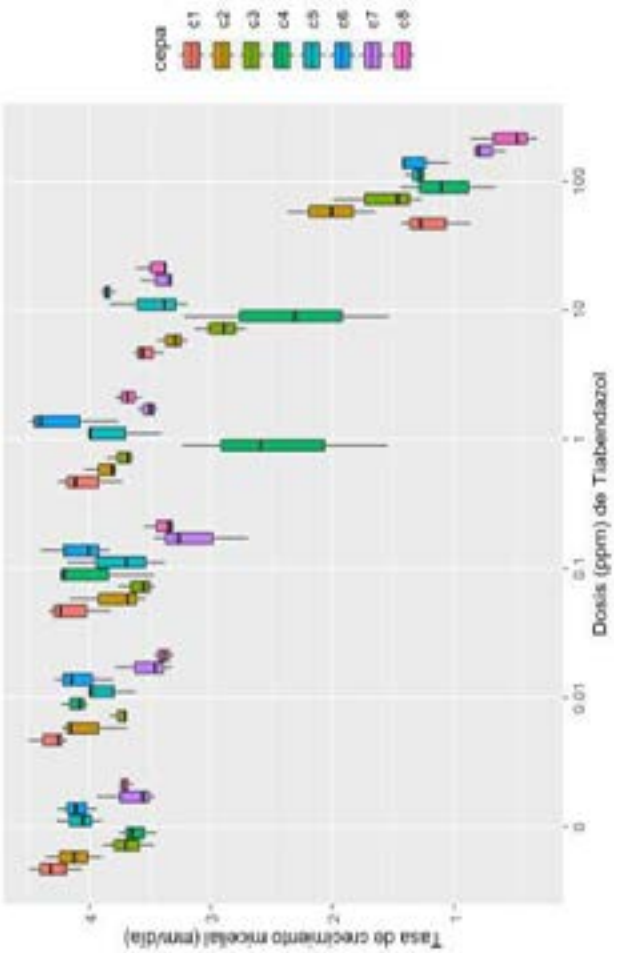


TCM de *M. roreri* (obtenida de diferentes genotipos de cacao) en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes dosis
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

En las dosis 0 ppm, 0,01 ppm y 0,1 ppm las cepas de *M. roreri* del genotipo de cacao Nacional presentaron mayor TCM y menor TCM las cepas del genotipo de cacao CCN51. Por otro lado, en las dosis 1 ppm y 10 ppm la TCM de *M. roreri* fue mayor en cepas del genotipo de cacao Super Árbol y menor en cepas del genotipo Nacional y finalmente en la dosis 100 ppm la TCM fue mayor en cepas de *M. roreri* tanto del Genotipo CCN5 y Super Árbol y menor en cepas del genotipo Nacional (Ilustración 2-4).

Gráfico 3

Tasa de crecimiento micelial de diferentes cepas de Moniliophthora roreri en medio V8 enmendado con diferentes dosis de tiabendazol.



TCM de diferentes cepas de *M. roreri* en medio V8 enmendado con tiabendazol en diferentes dosis
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La TCM de *M. roreri* con dosis 0 ppm fue mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 4. En el caso de la dosis 0,01 ppm fue mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 8. Por otro lado, la TCM de *M. roreri* fue mayor en la cepa 1 y menor en la cepa 7. En las dosis 1ppm y 10ppm fue mayor en la cepa 6 y menor en la cepa 4. Finalmente, en la dosis 100 ppm la TCM fue mayor en la cepa 2 y menor en la cepa 8 (Ilustración 3-4).

Tabla 1
Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de M. roreri enmendado con tiabendazol (100 ppm).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	4,39	0,63	7,44	0,00046 ***
Error	16	1,35	0,08		

Códigos de significancias: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que, existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,00046, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM.

Tabla 2
Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de M. roreri enmendado con tiabendazol (100 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)		Rango de significancia[1]
C2		2,013	a
C3		1,58	ab
C5		1,31	abc
C6		1,30	abc
C1		1,19	abc
C4		1,08	bc
C7		0,74	c
C8		0,56	c

Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 100 ppm en diferentes cepas de *M. roreri,* mostró cinco grupos estadísticos; en el grupo "**a**" se encuentra la cepa 2; en el grupo "**ab**" se encuentra la cepa 3; en el grupo "**abc**" se encuentran las cepas 5, 6, 1; en el grupo "**bc**", se encuentra la cepa 4; finalmente en el grupo "**c**", se encuentran las cepas 7, 8. Siendo la cepa 2 la que presentó mayor TCM (2,013 mm/día) y la de menor TCM la cepa 8 (0,56 mm/día).

Tabla 3
Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de M. roreri enmendado con tiabendazol (10 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	4,37	0,62	5,31	0,00275 **
Error	16	1,88	0,12		

Códigos de significancias: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,00275, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM.

Tabla 4
Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de M. roreri enmendado con tiabendazol (10 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)		Rango de significancia[1]
C6		3,85	a
C1		3,53	a
C5		3,47	a
C8		3,45	a
C7		3,41	a
C2		3,31	ab
C3		2,91	ab
C4		2,36	b

Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 10 ppm en diferentes cepas de *M. roreri*, mostró tres grupos estadísticos; en el grupo "**a**" se

encuentran las cepas 6, 1, 5, 8, 7; en el grupo "**ab**" se encuentran las cepas 2, 3; finalmente en el grupo "**b**" se encuentra la cepa 4. En este caso la cepa 6 presentó la mayor TCM con un valor 3,85 mm/día y la cepa 4 presentó menor TCM con un valor 2,36 mm/día.

Tabla 5
Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de M. roreri enmendado con tiabendazol (1 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	5,98	0,85	6,02	0,00145 **
Error	16	2,27	0,14		

Códigos de significancias: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,00145, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM.

Tabla 6
Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de M. roreri enmendado con tiabendazol (1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)		Rango de significancia[1]
C6		4,22	a
C1		4,04	a
C2		3,88	a
C5		3,81	a
C3		3,73	a
C8		3,68	a
C7		3,51	ab
C4		2,46	b

Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 1 ppm de diferentes cepas de *M. roreri,* mostró tres grupos estadísticos; en el grupo "**a**" se encuentran las cepas 6, 1, 2, 5, 3, 8; en el grupo "**ab**" se encuentra la cepa 7 y en el grupo "**b**" se encuentra la cepa 4. La TCM fue mayor en la cepa 6 con un valor de 4,22 mm/día y la cepa 4 presentó menor TCM con un valor de 2,46 mm/día.

Tabla 7
Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de M. roreri enmendado con tiabendazol (0,1 ppm).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	2,45	0,35	3,40	0,0203 *
Error	16	1,65	0,10		

Códigos de significancias: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor de P=0,0203, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM.

Tabla 8
Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de M. roreri enmendado con tiabendazol (0,1 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)		Rango de significancia[1]
C1		4,13	a
C6		4,08	a
C4		3,97	ab
C2		3,80	ab
C5		3,75	ab
C3		3,59	ab
C8		3,40	ab
C7		3,15	b

Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%
Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,1 ppm en diferentes cepas de *M. roreri* mostró tres grupos estadísticos; en el grupo "**a**" se encuentran las cepas 1, 6; en el grupo "**ab**", se encuentran las cepas 4, 2, 5, 3, 8 y en el grupo "**b**" se encuentra la cepa 7. La cepa 1 tuvo mayor TCM con un valor 4,13 mm/día y la cepa 7 tuvo menor TCM con un valor 3,15 mm/día (Tabla 8-4)

Tabla 9

Análisis de varianza de la TCM de diferentes cepas de M. roreri enmendado con tiabendazol (0,01 ppm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	PR(>F)
Cepa	7	2,045	0,29	7,67	0,000389 ***
Error	16	0,61	0,04		

Códigos de significancias: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

El análisis de varianza (ANOVA), indicó que existe diferencia significativa en el factor cepa con un valor P=0,000389, demostrando que hay efecto de las cepas de *M. roreri* con respecto a la TCM.

Tabla 10

Test de Tukey al 5% de la TCM de diferentes cepas de M. roreri enmendado con tiabendazol (0,01 ppm)

Cepa	TCM (mm/día)		Rango de significancia[1]
C1		4,31	a
C4		4,11	ab
C6		4,08	abc
C2		4,02	abc
C5		3,87	abcd
C3		3,74	bcd
C7		3,53	cd
C8		3,39	d

Letras iguales denotan medidas que no son significativamente diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Tenegusñay V., 2022.

La prueba Tukey al 5% para la dosis 0,01 ppm en diferentes cepas de *M. roreri,* mostró siete grupos estadísticos; en el grupo "a" se encuentra la cepa 1; en el grupo "ab" se encuentra la cepa 4; en el grupo "abc" se encuentran las cepas 6, 2; en el grupo "abcd" se encuentra la cepa 5, en el grupo "bcd" se encuentra la cepa 3, en el grupo "cd" se encuentra la cepa 7 y en el grupo "d" se encuentra a cepa 8. La cepa 1 presentó mayor TCM con 4,31 mm/día y la cepa 8 presentó menor TCM con 3,39 mm/día.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio evidenciaron que la tasa de crecimiento micelial (TCM) de *Moniliophthora roreri* varió significativamente entre cepas y concentraciones de tiabendazol, lo que concuerda con lo señalado por Solís et al. (2015), quienes destacaron la elevada agresividad del hongo y su capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales. Mientras Solís et al. plantean que una sola espora es capaz de iniciar la infección, los resultados de este trabajo muestran que incluso en concentraciones bajas (0,01 y 0,1 ppm) el hongo mantuvo un crecimiento activo, confirmando su alta capacidad de resistencia.

En relación con la resistencia a fungicidas, Carmona y Sautua (2017) citan a Garrán et al. (2001) y a Mikaberidze y McDonald (2015), indicando que la pérdida de eficacia se debe al uso repetido de productos con el mismo modo de acción, lo que genera cambios genéticos heredables. Los resultados del presente estudio apoyan esta hipótesis, dado que se observaron diferencias significativas en la TCM entre cepas expuestas a una misma concentración, lo que sugiere que la variabilidad genética de las poblaciones de *M. roreri* influye en el grado de sensibilidad frente a los fungicidas evaluados.

Hahn (2014), sostiene que la resistencia se manifiesta como insensibilidad heredable frente al fungicida, lo que coincide con la clasificación obtenida mediante los valores de DE50. En este trabajo, se identificaron cepas sensibles, levemente resistentes y moderadamente resistentes, lo que confirma la existencia de

diferentes fenotipos en la población del hongo, tal como lo plantea Edgington et al. (1970) en su escala de sensibilidad.

Por su parte, Lesemann et al. (2006), señalan que los fungicidas sistémicos poseen mayor efectividad al ser absorbidos y transportados a los tejidos internos de la planta, a diferencia de los protectantes que actúan en la superficie. En contraste, los resultados aquí obtenidos muestran que incluso el tiabendazol, un fungicida sistémico, presentó limitaciones frente a determinadas cepas, lo que indica que la eficacia no depende únicamente del modo de acción, sino también de la interacción entre el fungicida y la variabilidad genética del patógeno (Baibakova et al., 2019: p.3).

Asimismo, mientras Torres et al. (2019: p.55) resaltan que *M. roreri* ataca exclusivamente frutos de *Theobroma* y *Herrania*, el presente estudio aporta evidencia adicional de que la respuesta al fungicida también está relacionada con el genotipo del cacao hospedero. Se observó que cepas provenientes de cacao Nacional presentaron mayor crecimiento en bajas dosis, mientras que las de CCN51 mostraron menor TCM, lo que sugiere una relación indirecta entre el material vegetal y la agresividad del patógeno.

Sin embargo, los análisis estadísticos (ANOVA y Tukey al 5%) demostraron que las diferencias entre cepas son estadísticamente significativas en todas las dosis evaluadas, lo que respalda la afirmación de Mikaberidze y McDonald (2015) sobre la importancia de considerar la dinámica evolutiva del patógeno en la gestión del control químico. En este sentido, la evidencia generada en Ecuador complementa los estudios realizados en otros países, y refuerza la necesidad de diversificar los modos de acción en los programas de manejo para evitar la proliferación de cepas resistentes.

Conclusión

La investigación demostró que la tasa de crecimiento micelial de *Moniliophthora roreri* varía significativamente entre cepas y concentraciones de tiabendazol, confirmando la alta agresividad y capacidad de adaptación del hongo descrita por otros autores, lo que implica un desafío constante para el manejo del cacao en Ecuador. Esta variabilidad se evidenció en los resultados del estudio, donde se observaron diferencias significativas en la tasa de crecimiento del hongo ($p < 0,001$). Por ejemplo, a una concentración de 100 ppm, la cepa 2 mostró la mayor tasa de crecimiento (2,01 mm/día), mientras que la cepa 8 registró la menor (0,56 mm/día). Además, se confirmó que el hongo mantuvo un crecimiento activo incluso en concentraciones bajas como 0,01 y 0,1 ppm, lo que corrobora su gran capacidad de resistencia.

El estudio confirmó la existencia de diferentes niveles de sensibilidad en las cepas de *Moniliophthora roreri*. Se identificaron cepas que eran susceptibles, así como otras que mostraban una resistencia leve y moderada. Este hallazgo apoya la hipótesis de que el uso continuo de fungicidas con el mismo modo de acción puede provocar que las poblaciones de hongos desarrollen una resistencia heredable. Por lo tanto, los resultados obtenidos subrayan la importancia crítica de implementar programas de manejo de enfermedades que incluyan la rotación y la diversificación de los fungicidas para evitar la proliferación de cepas resistentes y mantener la efectividad del control químico.

Los hallazgos de la investigación evidenciaron que la efectividad de los fungicidas no depende únicamente del ingrediente activo o de su modo de acción, sino también de la interacción con la variabilidad genética del patógeno y el genotipo del cacao hospedero. Esta relación se hizo evidente con el uso del tiabendazol, un fungicida sistémico. Aunque se espera que los fungicidas sistémicos sean efectivos al ser absorbidos y transportados a los tejidos de la planta, el estudio mostró que este fungicida tuvo limitaciones frente a ciertas cepas de *M. roreri*. El genotipo del cacao también influyó en la respuesta del hongo, ya que las cepas provenientes del genotipo Nacional mostraron un mayor crecimiento a dosis bajas. En contraste, las cepas del genotipo CCN51 tuvieron un menor crecimiento, lo que sugiere una relación entre el material vegetal y

la agresividad del patógeno. Por lo tanto, estos resultados refuerzan la necesidad de desarrollar estrategias de manejo integrado que consideren la biología del hongo y las características del cultivo. Esto es fundamental para generar métodos de control que puedan ser más efectivos y evitar la proliferación de cepas resistentes.

Referencias Bibliográficas

Baibakova, E. V., Nefedjeva, E. E., Suska-Malawska, M., Wilk, M., Sevriukova, G. A., & Zheltobriukhov, V. F. (2019). *Modern fungicides: Mechanisms of action, fungal resistance and phytotoxic effects*. https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/sea-188040

Carmona, M., & Sautua, F. (2017). La problemática de la resistencia de hongos a fungicidas. Causas y efectos en cultivos extensivos. *Agronomía & Ambiente*, *37*(1). http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/60

Solís, J. L., Zamarripa, A., Pecina Quintero, V., Garrido Ramírez, E., & Hernández Gómez, E. (2015). Evaluación agronómica de híbridos de cacao (Theobroma cacao L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *6*(1), 71-82.

Tenegusñay, V. R. (2022). *Sensibilidad in vitro de Moniliophthora roreri HC Evans, agente causal de la moniliasis del cacao (Theobroma cacao L.) a fungicidas de diferentes modos de acción.* http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/18365

Torres, M., Quevedo, I., Ortiz, C. F., del Carmen Lagúnez, L., Nieto, D., & Pérez, M. (2019). Control químico de Moniliophthora roreri en México. *Biotecnia*, *21*(2), 55-61.