

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PRODUCTO ESPORALIS EN EL CONTROL DE MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) EN EL CULTIVO DE CACAO

BIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF THE PRODUCT ESPORALIS IN THE CONTROL OF MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*) IN THE COCOA CROP

Antonio Muñoz-Santiago ¹,

1 LIDAG S.A. de C.V. Niza 3102 Col. Narvarte, Monterrey, N.L. México, C.P.64830

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la efectividad biológica y la fitotoxicidad del fungicida Esporalis para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao. Se evaluaron tres dosis de Esporalis (1.5, 2.0 y 2.5 kg/ha); un testigo regional, denominado ECO 720, a razón de 250 mL/ 100 L de agua, y un testigo absoluto. El estudio se llevó a cabo en una parcela comercial de cacao en el municipio de Comalcalco, Tabasco. El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones cada uno. El tamaño de la unidad experimental fue de un árbol de cacao con más de 8 años de edad. Los tratamientos fueron aplicados vía foliar, con ayuda de una mochila motorizada, previamente calibrada. Se realizó una preevaluación, seguida de tres aplicaciones y tres evaluaciones, a los 15, 45, y 52 días después del inicio. Se determinó la efectividad biológica con base en la incidencia y severidad por unidad de muestreo, y la fitotoxicidad al cultivo, de acuerdo con la escala EWRS. Al inicio del estudio, se mostró una incidencia de 52.50% y una severidad de 26.5%. Estadísticamente, la distribución de la enfermedad fue homogénea dentro de la parcela experimental. Los resultados de la prueba indican que el fungicida Esporalis, en las dosis de 1.5 kg/ha, 2.0 kg/ha y 2.5 kg/ha, con un volumen de agua aproximado de 118 L por hectárea, arrojó resultados aceptables con respecto a la normatividad vigente en el control de la enfermedad, ya que la eficacia biológica en estos tratamientos fue mayor o igual a 57%, 52 días después del inicio, con un resultado estadísticamente diferente al del testigo absoluto. En conclusión, se recomienda ampliamente el uso del fungicida Esporalis en sus tres dosis (1.5, 2.0 y 2.5 kg/ha) para el control de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao. No se observaron evidencias de que el producto Esporalis sea fitotóxico al cultivo de cacao.

Palabras clave: fungicida, moniliasis, cacao.

Abstract The present study was carried out with the objective of evaluating the biological effectiveness and phytotoxicity of the biofungicide Esporalis, for the control of Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) in the cultivation of cocoa. Three doses of Esporalis (1.5, 2.0 and 2.5 kg / ha); a regional control called ECO 720 with a ratio of 250 mL/100 L of water and an absolute control were evaluated. The study was carried out in a commercial cocoa plot in the municipality of

Comalcalco, Tabasco. The experimental design was in complete blocks, at random, with five treatments and four repetitions each. The size of the experimental unit was a cacao tree more than 8 years of age. A pre-evaluation, three applications and three more evaluations were made at 15, 45 and 52 days after the start. The biological effectiveness was determined based on the incidence and severity per unit of sampling, and the phytotoxicity to the crop, according to agreement with the EWRS scale. At the beginning of the study, an incidence of 52.50% and a severity of 26.5% were shown. Statistically, the distribution of the disease was homogeneous within the experimental plot. The results of the test indicate that the fungicide ESPORALIS in the dose of 1.5 kg / ha, 2.0 kg / ha and 2.5 kg / ha with an approximate volume of water of 118 L per hectare, gave acceptable results with respect to the current regulations in the control of the disease. That is, the biological efficacy in these treatments was greater than or equal to 57% at 52 days after onset, with a result statistically different from that of the absolute control. In conclusion, the use of the fungicide Esporalis in its three doses (1.5, 2.0 and 2.5 kg / ha) is highly recommended for the control of *Moniliophthora roreri* in the cocoa crop. No evidence was observed that the Esporalis product is phytotoxic to the cocoa crop.

Key words: fungicide, moniliasis, cocoa.

INTRODUCCIÓN

El cacao es una planta de gran importancia, tanto económica como cultural. En las culturas maya y azteca, era utilizado como moneda de cambio, y se le consideraba “alimento de los Dioses”. México es señalado como el punto de origen, en todo el mundo, donde se cultivó para ser consumido como bebida. (INEGI, 2007; Hernández-Gómez et al., 2014).

La producción en nuestro país la llevan a cabo en la zona sur y sureste, poco más de 37 mil agricultores de los estados de Tabasco, Chiapas y Guerrero. El principal Estado productor es Tabasco donde 10 de los 17 municipios que lo integran se dedican al cultivo del cacao. Comalcalco, Cárdenas, Cunduacán y Huimanguillo producen en conjunto el 87% del cacao de dicho Estado.

El Estado de Tabasco aporta el 66.9% del volumen de producción nacional, con un poco más de 17 mil 281 toneladas cosechadas en una superficie de 41 mil

hectáreas; le sigue Chiapas, con el 32.9%, representado por 9 mil 346 toneladas, y Guerrero, con solamente 236 toneladas, lo que representa el 0.2%.

No obstante la importancia del cultivo del cacao, su producción se ve constantemente amenazada y mermada por la presencia de la enfermedad denominada moniliasis.

El patógeno causante de la moniliasis es el hongo *Moniliophthora roreri*, que ataca principalmente frutos del género *Theobroma spp.*, destruye parcial o totalmente la semilla, y se ha convertido en limitante importante para la mayoría de los países donde se presenta (Phillips et al., 2006).

En Chiapas y Tabasco, México, esta enfermedad fue reportada en 2005, y actualmente es la causa más importante de la baja productividad, con pérdidas de hasta 80% por unidad de superficie (Mora et al., 2006). En otros países, se ha reportado un daño de hasta el 95%.

La presencia y ataque de este patógeno sobre el cultivo de cacao, así como la reducción significativa en la productividad, coloca a este cultivo en riesgo de permanencia nacional (Zamarripa et al., 2011).

Debido a la problemática que genera la moniliasis en la producción de cacao, el objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad biológica del producto Esporalis sobre el control de la enfermedad y su fitotoxicidad en el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El estudio de efectividad biológica del fungicida ESPORALIS se realizó en un cultivo comercial de cacao en el municipio de Comalcalco, en el Estado de Tabasco. La ubicación geográfica exacta es: Latitud: 18° 19' 45.1" N, Longitud: 93°20' 37.5" W.

Características del producto

Esporalis es un producto catalogado como fungicida biológico, debido a que está formulado a base de *Trichoderma viride*. Es formulado en los laboratorios de la empresa LIDAG, S.A. de C.V. Las características principales de Esporalis se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Caracterización del fungicida Esporalis.

Plaguicida	Fungicida
Nombre común	<i>Trichoderma viride</i>
Nombre comercial	Esporalis
Formulación	Polvo soluble
Composición porcentual:	
INGREDIENTES ACTIVOS:	%
<i>Trichoderma viride</i>	10.00
(Equivalente a 100 g i.a./Kg)	
Contiene no menos de 1.4 X 10 ⁶ UFC/g	
INGREDIENTES INERTES:	
Diluyentes/ Portadores y Transportador	90.00
TOTAL	100.00

Parámetros de evaluación de la efectividad biológica y de la fitotoxicidad

La efectividad biológica de Esporalis se determinó con base en los siguientes parámetros:

1. Incidencia: Se determinó de acuerdo con el número de plantas infectadas por muestra, dividido entre el total de plantas por muestra, y multiplicado por 100.
2. Severidad: para determinar la severidad de la enfermedad en los frutos de cacao, se utilizó la escala de clasificación de síntomas de daño por moniliasis en frutos de cacao (Ayala y Navia, 2008).

Cuadro 2. Escala de clasificación de síntomas de daño por moniliasis en frutos de cacao. (Ayala y Navia, 2008).

Valor	Afectación (%)	Síntomas
0	0	Fruto sano
1	1-20	Presencia de puntos aceitosos
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 chocolate
5	>81	Presencia de micelio que cubre más de la cuarta parte de la mancha chocolate

Por otra parte, la fitotoxicidad se cuantificó con base en la escala de la EWRS (European Weed Research Society).

Cuadro 3. Escala propuesta por la EWRS para evaluar la fitotoxicidad al cultivo e interpretación agronómica.

Escala puntual	Efectos sobre el cultivo	Escala porcentual de fitotoxicidad al cultivo
1	Sin efecto	0.0-1.0
2	Síntomas muy ligeros	1.0-3.5
3	Síntomas ligeros	3.5-7.0
4	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7.0-12.5
Límite de aceptabilidad		
5	Daño medio	12.5-20.0
6	Daños elevados	20.0-30.0
7	Daños muy elevados	30.0-50.0
8	Daños severos	50.0-99.0
9	Muerte completa	99.0-100.0

Dosis, momento y forma de aplicación

Las dosis utilizadas de los productos evaluados se presentan en el cuadro 4:

Cuadro 4. Dosis y tratamientos de los productos.

Tratamiento	Producto	Dosis
T1	Testigo absoluto	No aplica
T2	Esporalis	1.5 kg/ha
T3	Esporalis	2.0 kg/ha
T4	Esporalis	2.5 kg/ha
T5	ECO 720	250 mL/100 L de agua

La aplicación, tanto de Esporalis como de Eco 720, se realizó cuando se detectaron los primeros síntomas de la enfermedad. Para ello, se realizó un muestreo previo a la

primera aplicación. Se realizaron tres aplicaciones de los productos (0, 15 y 45 días después del inicio de la prueba), vía foliar, con un aspersor motorizado, calibrado para aplicar las dosis exactas, de acuerdo con el cuadro de dosis y tratamientos.

Método de evaluación

Se realizó un análisis estadístico acorde al diseño del experimento y escala de evaluación utilizada.

Diseño experimental

Para la evaluación del producto, se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos correspondieron a las tres dosis de Esporalis, un testigo regional y un testigo absoluto. El tamaño de la unidad experimental consistió en un árbol de cacao de más de 8 años de edad. Los datos de incidencia y severidad por muestreo se procesaron mediante un análisis de varianza ANOVA ($\alpha=0.05$); para determinar la separación de medias, se realizó la prueba de comparación múltiple de medias Tukey ($\alpha=0.05$).

Resultados y discusión

En relación con la variable de incidencia, se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos, a partir del primer muestreo. Los tratamientos 3 y 4, para el tercer muestreo, arrojaron los valores más eficientes en la reducción de la severidad, con 62.50 %, para ambos tratamientos. Es importante mencionar que, en el muestreo previo a la aplicación de los tratamientos, el análisis estadístico determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, y que, en promedio, la incidencia de la enfermedad fue de 52.50%, lo que muestra que el experimento inició en igualdad de condiciones.

Cuadro 5. Incidencia de *Moniliophthora roreri* tras la aplicación del fungicida Esporalis en tres distintas dosis, en comparación con un testigo regional (ECO 720 250ml/100L de agua) y un testigo absoluto, en el control de moniliasis en el cultivo de cacao.

S Tratamientos	Nivel de incidencia en muestreos (%)			
	Previo	Primero	Segundo	Tercero
T1 Testigo absoluto	56.25 ^a	75.00 ^a	100.00 ^a	100 ^a
T2 Esporalis 1.5 kg/ha	56.25 ^a	56.25 ^{ab}	81.25 ^{ab}	68.75 ^a
T3 Esporalis 2.0 kg/ha	50.00 ^a	50.00 ^b	81.25 ^{ab}	62.50 ^{bc}
T4 Esporalis 2.5 kg/ha	50.00 ^a	43.75 ^b	62.50 ^{ab}	62.50 ^{bc}
T5 Eco 720 250 ml/100 l de agua	50.00 ^a	37.50 ^b	43.75 ^c	37.50 ^c

Severidad y Efectividad biológica

Muestreo previo: El análisis estadístico determinó que no existe diferencia estadística entre los tratamientos (A), y que, en promedio, la severidad de la enfermedad fue de

26.5%, lo que significa que el experimento inició en igualdad de condiciones.

Primer muestreo. La severidad de moniliasis disminuyó en las unidades experimentales con aplicación de tratamientos con fungicida; por lo contrario, la severidad aumentó en el testigo absoluto. El tratamiento T5 presentó la menor severidad (7.5%) y una efectividad del 76.00%, seguido por el T4, con una severidad de 13.75% y una efectividad biológica de 56.00%; por T3, con una severidad de 15.00% y una efectividad biológica del 52.00%. Al final, se ubicó el T2, con una severidad de 16.25% y una efectividad biológica de 48.00%. El testigo absoluto presentó la mayor severidad con un valor de 31.25%.

Segundo muestreo. Los valores obtenidos, en forma descendente, para la variable severidad en este muestreo, fueron los siguientes: T1, 63.75%; T2, 31.25%; T3, 28.75%; T4, 25.00, y T5, 10.00%.

Tercer muestreo. Con base en el análisis estadístico, la severidad causada por *Moniliophthora roreri* se distribuyó de la siguiente manera: el tratamiento con mayor severidad fue ECO 720, 250 mL/100 L de agua. T5 con 7.5% (grupo c) y porcentaje de efectividad de 88.37%; a continuación, el T4, Esporalis 2.5 kg/ha, con una efectividad biológica del 70.37% y una severidad de 20.00% (bc); T3 Esporalis 2.0 kg/ha y T2 Esporalis 1.5 kg/ha, tuvieron efectividades respectivas de 64.81% y 57.41% y valores de severidad de 23.75% y 28.75% (b), respectivamente. El testigo absoluto (T1) tuvo una severidad de 67.50% (A). Cuadro 6.

Cuadro 6. Severidad y Eficiencia biológica tras la aplicación del fungicida Esporalis en tres distintas dosis.

Tratamientos	Nivel de severidad en muestreos				EB*
	Previo	Primero	Segundo	Tercero	
T1 Testigo absoluto	30.00 ^a	31.25 ^b	63.75 ^a	67.50 ^a	0.00
T2 Esporalis 1.5 kg/ha	30.00 ^a	16.25 ^b	31.25 ^b	28.75 ^b	57.41
T3 Esporalis 2.0 kg/ha	20.00 ^a	15.00 ^b	28.75 ^b	23.75 ^{bc}	64.81
T4 Esporalis 2.5 kg/ha	28.75 ^a	13.75 ^b	25.00 ^{bc}	20.00 ^{bc}	70.37
T5 Eco 720 250 ml/100 l de agua	23.75 ^a	7.50 ^b	10.00 ^c	7.50 ^c	88.89

** Efectividad biológica expresada en porcentaje.

*Valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre si (Tukey $\alpha = 0.05$).

Como se puede observar en el cuadro 6, el producto Esporalis representa una opción de gran viabilidad para el control de la moniliasis. Esto se atribuye directamente a la composición que presenta el producto. Esto es, Esporalis cuenta con *Trichoderma viride* como ingrediente activo. En este sentido, el género *Trichoderma* es catalogado como un grupo de hongos ampliamente utilizado, en virtud de su efecto antagónico contra diversos patógenos, entre ellos *Moniliophthora roreri*.

La capacidad antagonista de *Trichoderma* es altamente variable. Mihuta y Rowe (1986) demostraron que, de 255 aislamientos obtenidos de diferentes lugares, solo el 15% fue efectivo en el control de enfermedades, y que las cepas nativas de un lugar son más efectivas que las importadas. Esta capacidad depende de la especificidad de la cepa y de sus modos de acción (Arcia, 2005).

Entre los principales modos de acción atribuidos al producto, se pueden destacar: antibiosis, competencia (por espacio y nutrientes), micoparasitismo, y desactivación de enzimas de los patógenos (Druzhinina, 2006).

En este contexto, los metabolitos con actividad antifúngica secretados por *Trichoderma* constituyen un grupo de compuestos volátiles y no volátiles, muy diversos en cuanto a estructura y función. Muchas cepas de *Trichoderma* producen estos metabolitos secundarios, algunos de los cuales inhiben otros microorganismos, con los que no se establece contacto físico, y estas sustancias inhibitorias fueron consideradas "antibióticos" (Vinale, 2008).

Por otra parte, la desactivación de los factores de patogenicidad de *Trichoderma* contra fitopatógenos constituye un mecanismo de antagonismo indirecto. Existen reportes de que *Trichoderma viride* produjo α -glucosidasa, para degradar una fitotoxina de *R. solani*, aunque es posible que el potencial enzimático de *Trichoderma* para detener el proceso infeccioso de los patógenos sea mucho mayor, pues este controlador biológico secreta más de 70 metabolitos (Infante, 2009).

Recientemente, Harman (2006) y Vinale et al. (2008), informaron sobre nuevos mecanismos con los cuales *Trichoderma* ejerce su acción como antagonista y colonizador de las raíces, como son: Aceleración del desarrollo del sistema radicular, que posibilita la tolerancia al estrés por parte de la planta; solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos; estimulación del crecimiento vegetal, e inducción de resistencia.

Estos procesos actúan indirectamente sobre los patógenos, ya que su acción es impulsar mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos en la planta.

Según Mello et al., (2006), en las interacciones antagónicas pueden estar involucrados diferentes mecanismos de acción. La multiplicidad de estos en un aislamiento es una característica importante para su selección como agente de control biológico, situación que presenta el producto Esporalis.

Estudios recientes, de carácter celular y molecular, explican la diversidad de vías y mecanismos de acción de este hongo (Harman et al., 2004). Según Arias (2004), se descubrió que algunas cepas de *Trichoderma* pueden activar un mecanismo nativo de defensa en las plantas, conocido como Inducción de Resistencia Sistémica. Esto supone que puedan controlar a patógenos distantes del lugar donde se encuentra físicamente el antagonista.

Conclusión

A 52 días del inicio de la prueba para el control de Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, la efectividad biológica de Esporalis, en las dosis de 1.5 kg/ha, 2.0 kg/ha, 2.5 kg/ha fue igual o mayor a 57%, valor que se ubica por arriba de lo establecido en la normatividad vigente para un plaguicida microbiano.

Para el control de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao, se recomienda el uso del producto Esporalis en las dosis de 1.5 kg/ha, 2.0 kg/ha, 2.5 kg/ha, comenzando las aplicaciones cuando se detecten los primeros síntomas de la enfermedad; con tres aplicaciones vía foliar, con un volumen aproximado de 118 L de agua por hectárea, dado que, al aplicar esta dosis, la severidad se mantiene con un valor bajo con respecto al testigo absoluto.

De acuerdo con los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se desarrolló el presente estudio, no se registró ninguna evidencia de que el producto Esporalis presente efectos fitotóxicos en el cultivo de cacao.

Literatura citada

- Arias, M. Hongos Antagonistas o micopatógenos en: Guía de insumos biológicos para el Manejo Integrado de Plagas. *Corporación para Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos Armonía*. p. 59-62. 2004.
- Druzhinina, I, Kopchinskiy, A, Kubicek, C. The first 100 *Trichoderma* species characterized by molecular data. *Mycoscience*. 2006;47:55-64.
- Harman, G, Howell C, Viterbo, A, Chet, I, Lorito, M. *Trichoderma* species-opportunistic, a virulent plant symbionts. *Nature Review Microbiology*. 2004; 2:43-56.
- Harman, G. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, 2006; 96(2):190-194.
- Infante, D, Martínez, B, González, N, Reyes, Y. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Rev Protección Veg*. 2009; 24(1):14-21.
- Mello, M, Ávila, C, Gómez, A. Cepas de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* en soya, en: Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros antagonistas. *Taller Latinoamericano Memorias*, Ed. CIDISAV, Ciudad de La Habana, Cuba, 2006.
- Mihuta-Grimm, L, Rowe, C. *Trichoderma* spp. as biocontrol agents of Rhizoctonia damping-off of radish in organic soil and comparison of four delivery systems. *Phytopathology*. 1986;76 (3):306-312.
- Vinale, F, Sivasithamparamb, K, Ghisalbertic EL, Marraa, R, Woo, L, Lorito, M. *Trichoderma* plant pathogen interactions. *Soil Biology & Biochemistry*. 2008; 40:1-10.