

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

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

Antonio Muñoz-Santiago ¹,

¹LIDAG 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 fitotoxicidad del fungicida Croper para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao. Se evaluaron tres dosis de Croper (1, 2 y 3 L/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 de más de 8 años de edad. Se efectuaron 4 aplicaciones, con diferencia de 30 días cada una, vía foliar, con un aspersor de turbina de aire, en un volumen de agua aproximado de 152 L/ha. Se realizó una preevaluación, seguida de cuatro evaluaciones, a los 15, 45, 75 y 82 días después del inicio. La efectividad biológica se determinó con base en la incidencia y severidad por unidad de muestreo, y la fitotoxicidad al cultivo, de acuerdo con la escala EWRS. Bajo las condiciones en las que se desarrolló la presente investigación, se presentaron los siguientes resultados: las dosis de 2 y 3 L/ha evaluadas del fungicida CROPER alcanzaron el porcentaje de efectividad biológica requerido para fungicidas; no obstante, las dosis media y alta mostraron diferencias estadísticas significativas respecto de la dosis baja y del testigo absoluto durante las dos últimas evaluaciones; ambas dosis tuvieron valores de efectividad superiores al 85%. En conclusión, se recomienda el registro del fungicida CROPER en las dosis de 2 y 3 L/ha aplicadas para el control de moniliasis en el cultivo de cacao, con aplicación foliar al momento de la aparición de la plaga, con un volumen aproximado de 152 L/ha. El cultivo de cacao no

mostró daños por fitotoxicidad tras la aplicación de CROPER.

Palabras clave: fungicida, moniliasis, cacao.

Abstract

The present study was carried out with the objective of evaluating the biological effectiveness and phytotoxicity of the Croper fungicide for the control of moniliasis (*Moniliophthora roreri*) in the cocoa crop. Three doses of Croper (1, 2 and 3 L / 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 one; the size of the experimental unit was a cacao tree more than 8 years of age. Four applications were made, with a difference of 30 days each, via foliar, with an air turbine sprinkler, in a volume of water of approximately 152 L / ha. A pre-evaluation and four evaluations were performed at 15, 45, 75 and 82 days after the start; the biological effectiveness was determined based on the incidence and severity per unit of sampling, as well as the phytotoxicity to the crop according to the EWRS scale. The evaluations of 2 and 3 L / ha, off the CROPER fungicide reached the percentage of the data transfer capacity required for fungicides. However, during the last two evaluations, the mean and high doses had significant differences regarding the low dose and the absolute control, with a value of 85%. In conclusion, it is recommended to register the fungicide CROPER at the doses of 2 and 3 L / ha applied for the control of moniliasis in the cultivation of cocoa, with foliar application at the time of the appearance of the pest, with an approximate volume of 152

L / ha. The cultivation of cocoa showed no damage by phytotoxicity after the application of CROPER.

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”. Se estima que es originario de México, 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, en los estados de Tabasco, Chiapas y Guerrero. El principal estado productor es Tabasco donde 10 de los 17 municipios que lo comprenden se dedican al cultivo del cacao. Comalcalco, Cárdenas, Cunduacán y Huimanguillo producen en conjunto el 87% del total de la entidad.

El Estado de Tabasco, principal productor, aporta el 66.9% del volumen de producción nacional, con poco más de 17 mil 281 toneladas cosechadas de 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*. Este hongo 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, colocan 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 Croper sobre el control de la enfermedad, y su fitotoxicidad al cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El estudio de efectividad biológica del fungicida Croper 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

Croper es un producto catalogado como fungicida. Está formulado a base de oxiclورو de cobre, y se produce en los laboratorios de la empresa LIDAG, S.A. de C.V. Las características principales de Croper se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Caracterización del fungicida Croper.

	Propiedades
Plaguicida	Fungicida
Nombre común	Oxicloruro de cobre
Nombre comercial	Croper
Formulación	Suspensión acuosa
Contenido en peso (%)	Ingrediente activo: Oxicloruro de cobre...25% en peso Con un contenido de cobre metálico como elemento no menor al 59%
Equivalente	Ingredientes inertes: Suspensor y vehículo... 75.0%. Equivalente a 147.21 g de i.a./L

Parámetros de evaluación de la efectividad biológica y de la fitotoxicidad

La efectividad biológica de Croper 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.

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 en la cuarta parte de la mancha chocolate
5	>81	Presencia de micelio en 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	NA
T2	CROPER	1 L/ha
T3	CROPER	2 L/ha
T4	CROPER	3 Lg/ha
T5	ECO 720	250 mL/100 L de agua

La aplicación, tanto de Croper, 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 cuatro aplicaciones de los productos (15, 45, 75 y 82 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.

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 Croper, un testigo regional y un testigo absoluto. El tamaño de la unidad experimental fue el de 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, para los tres primeros muestreos no se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos en los que se aplicó fungicida. Sin embargo, para el muestreo cuatro sí se presentaron diferencias significativas entre tratamientos: T3 (2 L/ha) y T4 (3 L/ha) arrojaron valores de incidencia de 43.75%. Es importante mencionar que, en el muestreo previo a la

aplicación de los tratamientos, el análisis estadístico determinó que no existía 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 *Monilophthora royeri* tras la aplicación del fungicida Croper en tres distintas dosis.

	Muestreos				
	Previo	1ro	2do	3ro	4to
	Incidencia %*				
T1	56.2 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a	93.75 ^a	93.75 ^a
T2	50.0 ^a	50.00 ^b	50.00 ^b	56.25 ^b	56.25 ^b
T3	50.0 ^a	50.00 ^b	37.50 ^b	43.75 ^b	43.75 ^{bc}
T4	56.2 ^a	43.75 ^b	43.75 ^b	43.75 ^b	43.75 ^{bc}
T5	50.0 ^a	37.50 ^b	50.00 ^b	37.50 ^b	18.75 ^c

*Valores con letra diferente son significativamente diferentes (P<0.05).

Para la variable de severidad, al igual que para la incidencia, se determinó que al inicio del estudio no existía diferencia estadística entre los tratamientos y que, en promedio, la

	Muestreos							
	1ro		2do		3ro		4to	
	S %	EB%	S%	EB %	S %	EB %	S%	EB %
T1	31 ^a	0	63 ^a	0	67 ^a	0	75 ^a	0
T2	16 ^b	48	31 ^b	50	28 ^b	57	16 ^b	78
T3	15 ^b	52	28 ^b	54	23 ^b	64	11 ^{bc}	85
T4	13 ^b	56	25 ^{bc}	60	20 ^{bc}	70	8 ^{bc}	88
T5	7 ^b	76	10 ^c	84	7 ^c	88	3 ^c	95

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

*Valores con letras diferentes son significativamente diferentes (P<0.05).

severidad de la enfermedad fue de 24.25%, lo que significa que el experimento inició en igualdad de condiciones.

Como se puede observar en los Cuadros 5 y 6, el producto Croper 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, Croper cuenta con oxiclورو de cobre como ingrediente activo.

Según Agámez *et al.*, (2007) este compuesto impacta de manera significativa en el desempeño biológico del cultivo.

En este contexto, los resultados obtenidos con la aplicación de Croper se atribuyen a la menor granulometría de sus partículas, lo cual provocaría que el área expuesta al control tenga mayores puntos de contacto y aumente la probabilidad de que las estructuras de dispersión del patógeno se encuentren con el ingrediente activo (Agámez *et al.*, 2007).

Asimismo, el efecto benéfico que se presenta a través de la inclusión de Croper, se puede atribuir a la interacción de sus componentes sobre el comportamiento biológico de las plantas, debido a la actividad residual basada en las propiedades de los elementos de la fórmula (Rivera, 2012).

Por otro lado, aun y cuando algunos productos químicos para el control de patógenos pueden resultar fitotóxicos, si se ven arrastrados hacia el interior de las plantas en aplicaciones conjuntas con productos fitosanitarios susceptibles de ser absorbidos por los cultivos, el oxiclورو de cobre posee poca adherencia y persistencia y, por lo tanto, no presenta niveles de fitotoxicidad (Calle, 2005).

Es importante destacar que Croper es un producto preventivo, que desactiva el sistema enzimático del patógeno, al provocar la desnaturalización de las proteínas; al aplicarse sobre la superficie de los órganos de la planta, forma una barrera protectora que impide la germinación de esporas y unidades formadoras de colonias, con el consecuente bloqueo de la progresión de la infección, con lo que se evita el establecimiento de nuevas poblaciones de organismos.

Es importante mencionar que, por ser Croper un producto de contacto, desactiva el sistema enzimático del patógeno e

inhibe la germinación de esporas del microorganismo, tanto en condiciones de invernadero, como de campo (Borboa *et al.*, 2009). Además, con base en el tamaño de la partícula de Croper, es posible la solubilización de sus componentes, para permitir el contacto directo con la membrana de las esporas. Por su parte, Agámez *et al.*, (2007) mencionan que el compuesto de oxiclورو de cobre cuenta con una acción fungicida sistemática altamente eficaz, característica a la cual se puede atribuir el comportamiento de la enfermedad en cuestión.

Lo anterior coincide con lo reportado por Cardona y Castaño (2011), quienes afirman que los compuestos a base de cobre son un potente fungicida que daña las membranas y proteínas del patógeno, y retarda o inhibe su multiplicación.

Por otro lado, el componente sinérgico del cobre en la fórmula de Croper (oxiclورو), representa un aspecto positivo adicional a los ya mencionados. Dicho de otra manera, el cloro es un fungicida de alta eficacia, ya que, al ser retenido, dadas las características de la composición química del producto, proporciona un efecto similar al cobre, pero de duración prolongada (Pirovani *et al.*, 2006).

El mecanismo de acción mencionado anteriormente se basa en la inactivación de las reacciones enzimáticas, así como en la inhibición de ácidos nucleicos y en la desnaturalización de las proteínas del patógeno. En este sentido, a través de la inclusión de compuestos clorados, se logra la destrucción permanente de células, o parte de ellas, de modo que estas no vuelven a reproducirse aun después de que se ha eliminado el fungicida (Panadés y Lobo, 2005).

Conclusión

Bajo las condiciones agroclimáticas en las que se condujo el presente estudio de efectividad biológica, se concluye que, de acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda el registro del fungicida CROPER en las dosis de 2 y 3 L/ha, para el control de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao, con un volumen de aplicación aproximado de 152 L/ha, por haber alcanzado valores de efectividad biológica

superiores a los establecidos por la normatividad vigente para fungicidas y por haber sido estadísticamente distintas a la dosis baja y al testigo absoluto durante las dos últimas evaluaciones.

Por otra parte, ninguno de los tratamientos con el fungicida CROPER causó daños visibles por fitotoxicidad a los árboles de cacao.

Literatura citada

- Agámez, R.M., Bejarano, A.C., Piedrahita W. J., Chávez, B. 2007. El efecto de tres coadyuvantes sobre la eficiencia de dos fungicidas en el control de *Septoria apiicola* Speg. en apio (*Apium graveolens* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. Vol.1. No.2. pp. 201-213. Colombia.
- Rivera V. L. I. 2012. Conjunto tecnológico para la producción de cebolla: Enfermedades. Estación experimental agrícola. Universidad de Puerto Rico.
- Sánchez L., E. Gamboa y J. Rincón. Control químico y cultural de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) del cacao (*Theobroma cacao* L) en el estado Barinas. *Rev. Fac. Agron.* v.20 n.2 Caracas abr. 2003.
- Borboa, F. J., Rueda, P. E., Acedo, F. E., Ponce, M. J. F., Cruz, M., Grimaldo, J. O. y García, O. A. 2009. Detección de *Clavibacter michiganensis* subespecies *michiganensis* en el tomate del Estado de Sonora, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 32: 319-326.
- Calle B. J., 2005. Caracterización morfológica y molecular de hongos fitopatógenos de suelo e identificación de bacterias foliares en el cultivo de cebolla. Tesis M.S. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R.
- Cardona L. N y Castaño Z. J. 2011. Evaluación *in vitro* de la eficacia de bactericidas sobre *pseudomonas* sp. *migula*, causantes de la muerte descendente del tomate de árbol *Agron.* 19(1): 31 – 41.
- Panadés, G. y Lobo, R. 2005. Desarrollo de tecnologías para la conservación de productos vegetales frescos cortados. *Instituto Canario de Investigaciones Agrarias* (ICIA). España. 19p.

Pirovani, M.E., Güemes, D.R. y Piagentini, A.M. 2006.
Lavado desinfección con soluciones cloradas: Una
etapa para mejorar la calidad microbiológica de
vegetales de hoja. Argentina. Universidad
Nacional del Litoral. Instituto de Tecnología de
Alimentos, Facultad de Ingeniería Química. 6p.