

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PRODUCTO CROPER EN EL CONTROL DE ROYA (*Hemileia vastatrix*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ

BIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF THE CROPER PRODUCT IN THE CONTROL OF ROYA (*Hemileia vastatrix*) IN COFFEE CROPS

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 fitotoxicidad del fungicida Croper para el control de roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café. 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 café en el municipio de Tomatlán, Veracruz. 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 48 m². Se realizó una preevaluación, seguida de tres evaluaciones, a los 07, 14 y 21 días después del inicio. Bajo las condiciones en las que se desarrolló la presente investigación, se presentaron los siguientes resultados: las dosis evaluadas de 1, 2 y 3 L/ha, del fungicida CROPER mostraron diferencias estadísticas significativas respecto del testigo absoluto durante toda la investigación, y alcanzaron el porcentaje de efectividad biológica requerido para fungicidas desde la segunda evaluación, superando el 83%, hasta llegar al 91.26%. En conclusión, se recomienda el registro del fungicida CROPER en las dosis de 1, 2 y 3 L/ha aplicadas para el control de roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café, con aplicación foliar al momento de la aparición de la enfermedad, con un volumen de agua aproximado de 370 L/ha, ya que presentó diferencia estadística significativa respecto del testigo absoluto durante las tres evaluaciones, y expresó porcentajes de efectividad biológica superiores a los establecidos por la normatividad vigente para fungicidas. El cultivo de café no mostró daños por fitotoxicidad, tras la aplicación de CROPER.

Palabras clave: fungicida, roya, café.

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 rust (*Hemileia vastatrix*) in coffee cultivation. Three doses of Croper (1, 2 and 3 L / ha); a regional control called ECO 720 at a rate of 250 mL / 100 L of water, and an absolute control were evaluated. The study was carried out in a commercial coffee plot in the municipality of Tomatlan, Veracruz. The experimental design was in randomized complete blocks with five treatments and four repetitions each one; the size of the experimental unit was 48 m². A pre-evaluation and three more evaluations were carried out at 07, 14 and 21 days after the start. Under the conditions in which this research was carried out, the following results were presented: the doses of 1, 2 and 3 L / ha evaluated for the fungicide CROPER showed significant statistical differences with the absolute control during the entire investigation and reached the percentage of effectiveness biological requirement for fungicides from the second evaluation exceeding 83% until reaching 91.26%. In conclusion, it is recommended to register the CROPER fungicide at the doses of 1, 2 and 3 L / ha applied for the control of *Hemileia vastatrix* rust in the coffee crop with foliar application at the time of the appearance of the disease, with a volume of water of approximately 370 L / ha, since it presented significant statistical difference with the absolute control during the three evaluations and expressed percentages of biological effectiveness above those established by the current regulations for fungicides. The coffee crop showed no damage by phytotoxicity after the application of CROPER.

Key words: fungicide, rust, coffee.

INTRODUCCIÓN

El café es uno de los principales productos agrícolas que se consumen en el mundo; en México, gracias a la geografía nacional, es posible cultivar y producir variedades clasificadas entre las mejores del mundo en 15 estados de la república, en una superficie de 737 376.45 ha (SIAP, 2014). México es el octavo productor mundial de café (OIC, 2014), aunque, según Flores Vichi (2015), India y México ocuparon el quinto y sexto lugar respectivamente durante el periodo de producción 2000 a 2012.

En México, el café se produce en la parte centro-sur del país, y abarca superficies de 12 estados: Colima, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz. El sistema de cultivo del café se hace bajo sombra. La producción del café involucra a más de 282 mil productores, entre los cuales se encuentran, en mayoría, minifundistas e indígenas, agrupados en 16 organizaciones de carácter local y regional (SIAP, 2014).

La actividad cafetalera en la agricultura nacional es una de las más importantes, tanto por el número de actores sociales que intervienen en ella, como por su importancia económica, producto de los ingresos que genera su exportación. A pesar de la relevancia del café, sus productores enfrentan una serie de problemas que tienen que ver con sus condiciones de vida y producción (Bahena-Delgado et al., 2009).

El diagnóstico de los aspectos físico-biológicos, socioeconómicos e institucionales constituye una estrategia para establecer aquellas potencialidades y oportunidades, que los agricultores difícilmente llegan a visualizar, y que son el punto de partida para lograr un desarrollo enfocado en la solución de problemáticas reales y de sus necesidades concretas. Por lo tanto, es necesario identificar con precisión las causas que limitan el desarrollo, y no los efectos; además, los productores deben saber cómo usar los recursos de que disponen y que, por desconocimiento o mal manejo, están siendo subutilizados (Medina-Meléndez et al., 2016). En este sentido, uno de los principales problemas para los

productores de café es la enfermedad conocida como roya, ocasionada por el hongo *Hemileia vastratix*. Se trata de una de las enfermedades más comunes, esparcidas en todo el mundo. Este hongo ataca a las hojas de los cafetos de todas las variedades comerciales de café pertenecientes a *Coffea arabica* L, las cuales se cultivan en la mayor parte de las regiones cafetaleras de México. Los daños severos se manifiestan con defoliaciones que pueden disminuir los rendimientos, si se presentan en fases tempranas de formación o maduración de los frutos o, si la defoliación se presenta en épocas tardías, en la reducción de los niveles de amarre del fruto para el siguiente ciclo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El estudio de efectividad biológica del fungicida Croper se realizó en una plantación de café en el municipio de Tomatlán, Estado de Veracruz. La ubicación geográfica exacta es, Latitud: 18° 59' 44.7" N, Longitud: 96°59' 01.4"O.

Características del producto

Croper es un producto catalogado como fungicida, debido a que está formulado a base de oxiclورو de cobre. 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...25.00%. Con un contenido de cobre metálico como elemento no menor a 59%. Ingredientes inertes: Suspensor y vehículo... 75.0%.
Equivalente	Equivalente a 147.21 g de I.A./L a 20°C.

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 arbustos con presencia de la enfermedad por muestra, dividido entre el total de arbustos por muestra y multiplicado por 100.

2. Severidad: para determinar la severidad de la enfermedad en las hojas de la planta, se utilizó la escala de 7 valores, propuesta por DGSV (Ficha Técnica número 40) para medir la severidad de *Hemileia vastatrix*.

Cuadro 2. Escala para evaluar la severidad de la roya en hojas de café.

Valor	Síntomas
0	0% de la superficie de la hoja dañada
1	Puntos cloróticos en la superficie de la hoja
2	2.0% de la superficie de la hoja dañada
3	7.0% de la superficie de la hoja dañada
4	20.0% de la superficie de la hoja dañada
5	45.0% de la superficie de la hoja dañada
6	Más del 70% de la superficie de la hoja dañada

Por otra parte, la fitotoxicidad se cuantificó con base en la escala de la ERWS (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 tres aplicaciones de los productos (0, 7, y 14 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.

Tipo y tamaño de muestra; método y frecuencia de muestreo

Se realizó un muestreo cualitativo - cuantitativo. Para verificar la incidencia, se tomaron 6 arbustos por U.E. y se determinó la presencia o ausencia de la enfermedad. Para la severidad, se muestrearon 3 hojas por arbusto y se determinó la severidad de acuerdo con la escala propuesta (Cuadro 2).

El muestreo se dirigió al estrato bajo y medio de la planta, tomando hojas indistintamente y al azar de estos dos estratos durante los muestreos. El tamaño de la muestra constó de 6 arbustos para analizar la incidencia, mientras que, para verificar la severidad, constó de 3 arbustos, 3 hojas por arbusto, 18 hojas en total. La frecuencia de muestreo fue a los 0, 7, 14 y 21 días después del inicio.

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, a un testigo regional y a un testigo absoluto.

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, en los tres muestreos se obtuvo diferencia significativa entre la aplicación del producto Croper y la del testigo absoluto.

Es importante mencionar que, en el muestreo previo a la aplicación, el análisis estadístico determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, y que, en promedio, la incidencia de la enfermedad fue de 60.0%, lo que muestra que el experimento inició en igualdad de condiciones.

Cuadro 5. Incidencia de *Hemileia vastatrix*, tras la aplicación del fungicida Croper en tres dosis distintas.

	Muestreos			
	Previo	1ro	2do	3ro
T1	58.33 ^a	66.67 ^a	75.00 ^a	75.00 ^a
T2	58.33 ^a	45.83 ^b	41.67 ^b	37.50 ^b
T3	62.50 ^a	33.33 ^b	37.50 ^b	33.33 ^b
T4	62.50 ^a	33.33 ^b	33.33 ^b	29.17 ^b
T5	58.33 ^a	41.67 ^b	41.67 ^b	37.50 ^b

*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 existió diferencia estadística entre los tratamientos y que, en promedio, la severidad de la enfermedad fue de 30.19%, lo que significa que el experimento inició en igualdad de condiciones.

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

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

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

Como se puede observar en los Cuadros 5 y 6, el producto Croper representa una opción de gran viabilidad para el control de la roya, lo cual 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).

Los fungicidas cúpricos (principalmente el oxiclورو de cobre) previenen el establecimiento de esporas y micelios de los organismos patógenos en la superficie de las hojas y de los tallos. Aplicados en aspersión, sirven como un depósito de partículas metálicas que liberan iones de cobre, tóxicos para las esporas y micelios de hongos cuando existan condiciones para el desarrollo de la enfermedad. Los iones de cobre liberados actúan directamente en las células de los patógenos, bloqueando e inhibiendo proteínas, metabolitos, enzimas y otros componentes celulares vitales para los microorganismos, de modo que afectan su ciclo de vida y evitan que se establezcan nuevas poblaciones, generadoras

de nuevos puntos de infección. Por lo anterior, el oxiclورو de cobre constituye una alternativa valiosa para el control de la roya del cafeto, pues reduce la intensidad de ataque de la enfermedad, así como también favorece la nutrición de la planta, y transmite un efecto "tonificante" al cafeto (González y Ramírez, 2013).

En este sentido, según Rivera (2012), la utilización de oxiclورو de cobre como fungicida, puede presentar efectos beneficiosos significativos sobre el comportamiento biológico de las plantas, los cuales se pueden atribuir a la interacción de sus componentes, debido a la actividad residual basada en las propiedades de los elementos de la fórmula.

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).

En alusión a lo anterior, es importante destacar que Croper es un producto preventivo que desactiva el sistema enzimático del patógeno y provoca 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, y 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, a fin de 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 desarrolla 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.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones agroclimáticas en las que se condujo el presente estudio de efectividad biológica, se concluye que, de acuerdo con los resultados obtenidos de la presente investigación, se recomienda el registro del fungicida CROPER, en las dosis de 1, 2 y 3 L/ha, para el control de *Hemileia vastatrix* en el cultivo de café, con un volumen de aplicación aproximado de 370 L/ha, ya que alcanzó valores de efectividad biológica superiores a los establecidos por la normatividad vigente para fungicidas, y estadísticamente distintos a los del testigo absoluto durante las tres evaluaciones.

Por otra parte, no se registró ninguna evidencia de que el producto CROPER tenga efectos fitotóxicos en el cultivo de café.

LITERATURA CITADA

- Agámez R.M., Bejarano A.C., Piedrahita W. J., Chaves 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
- Bahena-Delgado, G. y Tornero-Campante, M. A. 2009. Diagnóstico de las unidades de producción familiar en pequeña irrigación en la subcuenca del río Yautepec, Morelos. *Economía, Sociedad y Territorio* 9(29): 165-184.
- 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*, causante de la muerte descendente del tomate de árbol Agron. 19(1): 31 – 41.
- Flores-Vichi, F. 2015. La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas, en Espacio I+D. Disponible en: [http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num7/La producción de café en México venta de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas.php](http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num7/La%20produccion%20de%20cafe%20en%20Mexico%20venta%20de%20oportunidad%20para%20el%20sector%20agricola%20de%20Chiapas.php)
- González, G. R. y Ramírez, Á. M. 2013. Manual técnico para el manejo preventivo de la roya del cafeto. Dirección General de Sanidad Vegetal. SENASICA.
- Medina-Meléndez, R. E. Ruiz N., J. C. Gómez C., J. M.M Sánchez Y., G. Gómez A. y O. Pinto M. 2016. Estudio del sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) en la región Frailesca, Chiapas. Ciencia UAT vol.10 no.2
- OIC, Organización Internacional del Café. 2014. Producción total de los países exportadores de los años de cosecha de 2014/15. [En línea]. Disponible en: <http://www.ico.org/historical/1990%20onward/s/PDF/1a-total-production.pdf>.
- Rivera V. L. I. 2012. Conjunto tecnológico para la producción de cebolla: Enfermedades. Estación experimental agrícola. Universidad de Puerto Rico.
- SIAP, Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. 2014. Cierre de la producción agrícola por estado. [En línea]. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agrico-la-por-estado/>.