

El polisulfuro de calcio en el manejo de la moniliasis *Moniliophthora roreri* (Cif & Par). *Evans et al.* del cacao *Theobroma cacao* L.

Fecha de recepción: 01/10/2010

Fecha de aceptación: 04/03/2011

Sandra Ramírez González¹

Orlando López Báez²

Tomás Guzmán Hernández³

Sayra Munguía Ulloa⁴

José Luis Moreno Martínez⁵

Palabras clave

Inhibición de la germinación, agricultura orgánica, biofungicida, caldo mineral.

Resumen

El cacao es severamente afectado por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif & Par). *Evans et al.*, el cual daña los frutos y puede ocasionar pérdidas totales y su control es principalmente cultural. El objetivo del trabajo es determinar la efectividad del polisulfuro de calcio (PC) como alternativa para su manejo. El patógeno fue aislado y cultivado *in vitro* y se evaluó el efecto del PC sobre la germinación y formación de conidias; en el campo, sobre frutos se asperjó PC antes y después de la inoculación con *M. roreri* y se determinó la incidencia e índices de severidad interna y externa.

En una plantación de cacao se asperjó PC y se determinó su incidencia y producción. El PC *in vitro* inhibió el crecimiento y la formación de conidias; la aplicación de PC antes o después de la inoculación artificial con *M. roreri* sobre frutos inhibe completamente el desarrollo de la enfermedad; con aspersiones de PC en plantaciones de cacao la incidencia de la enfermedad fue de 0,53%, mientras que fue de 21% con manejo cultural y del 69,6% con testigo de inoculación natural; la producción de cacao seco/año fue de un 90,6% más con PC que en el testigo de inoculación natural, por lo que resulta viable integrar PC en el manejo de *M. roreri*.

Key words

Inhibition of germination, organic agriculture, biofungicide, mineral broth.

1. Estudiante de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Correo electrónico: sanirg@yahoo.com
2. Universidad Autónoma de Chiapas, Consorcio en Ciencias Agropecuarias, México. Correo electrónico: olopez@unach.mx
3. Instituto Tecnológico de Costa Rica Apartado: 223-21001. San Carlos, Ciudad Quesada, Alajuela. Correo electrónico: tjguzman@gmail.com
4. Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Costa Rica. Correo electrónico: smunguia@una.ac.cr
5. Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas, México. Correo electrónico: jolumo@montebello.mx

Abstract

Cocoa is severely affected by *Moniliophthora roreri* (Cif & Par). Evans *et al.*, a fungus that damages the fruit and can cause total loss, its control is primarily cultural, the objective was to determine the effectiveness of calcium polysulfide (PC) as a management alternative. The pathogen was isolated and cultivated *in vitro* and evaluated the effect of PC on germination and formation of conidia in field sprayed fruits PC before and after inoculation with *M. roreri* and determined incidence and severity indexes internal and external.

In a cocoa plantation was sprayed PC and determined incidence and production. PC inhibited the *in vitro* growth and formation of conidia, the PC application before or after artificial inoculation with *M. roreri* on fruits completely inhibits the development of the disease by spraying PC cocoa plantations of the disease incidence was 0.53% compared to 21% of cultural management and 69.6% of the control of natural inoculation, production of dry cocoa per year was 90.6% more PC than in the control of natural inoculation PC is easily to integrate in the management of *M. roreri*.

Introducción

Se tiene reportes de que el cacao *Theobroma cacao L.* es originario de la cuenca del río Amazonas, pero fue en México donde se logró su domesticación. Los bajos rendimientos que presenta la cacao cultura actual de México es generada, en gran medida, por plantaciones viejas de más de 40 años, por el bajo o nulo manejo cultural y presencia de una gran diversidad de problemas fitosanitarios (Ramírez, 2008), dentro de los cuales el ingreso de la moniliasis del cacao, en el 2005, fue el detonador que puso en evidencia la grave problemática del cultivo.

Esta enfermedad es ocasionada por el hongo *Moniliophthora roreri* que tiene su origen en Colombia, el cual se ha diseminado a países productores de cacao de Sur y

Centroamérica, y ha dejado a su paso el derribo y abandono de plantaciones, bajas considerables de la producción, aumento de costos de producción y baja rentabilidad del cultivo, empobrecimiento de los productores y deterioro ambiental, problemática que ya se está viviendo en México.

Dentro de cada plantación, los frutos infectados adheridos a las plantas constituyen la fuente única y permanente de estructuras infectivas del hongo; en estos frutos, el patógeno produce sus esporas por periodos prolongados y la cantidad de inóculo que se forma en una mazorca esporulante es abundante. Las alternativas que se han estudiado para el manejo de la moniliasis han demostrado que se requiere de un elevado manejo cultural. Se han realizado investigaciones en las que se ha utilizado fungicidas de síntesis química, lo que ha mostrado que algunos pueden permitir un buen nivel de control del patógeno, sin embargo, se elevan los costos de la producción y se ocasiona deterioro ambiental.

Otra alternativa es la resistencia genética pero sin que hasta el momento se tengan resultados masificables (López, 2006). Puesto que el cacao constituye un agroecosistema que, por su estructura y función, se asemeja al ecosistema tropical húmedo, se le considera de un alto valor ecológico, por lo que es necesario brindarle a los productores alternativas eficientes y económicamente viables en el manejo de *M. roreri*, pero seguras para los productores y el ambiente. Existen productos que, dadas sus características de eficiencia pero de bajo o nulo impacto ambiental, son permitidos incluso en la producción orgánica certificada, tal es el caso de los productos elaborados a partir de minerales como el polisulfuro de calcio, el cual es de fácil preparación y de bajo costo.

Durante muchos años, este producto ha sido usado ampliamente como fungicida e insecticida en diversos cultivos debido a su extensa utilidad (Smilanick y Sorenson,

2001). En la búsqueda de alternativas para el manejo de la moniliasis del cacao, el presente trabajo planteó determinar el efecto del polisulfuro de calcio sobre el hongo *M. roreri* en pruebas *in vitro* y en condiciones de campo.

Materiales y métodos

Preparación del polisulfuro de calcio

Se elaboró con cinco kilos de azufre, 2,5 kilos de cal y 25 litros de agua. Para su preparación se colocó en el fuego un recipiente con el agua, una vez que el agua estuvo tibia se agregó el azufre y se agitó hasta disolverlo; en ese momento se agregó la cal, la cual se incorporó a la solución hasta que ésta tomó una coloración vino tinto, se dejó enfriar y se guardó en recipientes oscuros para su conservación.

Aislamiento del patógeno

El hongo *M. roreri* fue aislado de muestras de frutos enfermos en estado de mancha, colectados en plantaciones de cacao del municipio de Pichucalco, Estado de Chiapas, México, y fueron trasladadas al laboratorio donde se lavaron y desinfectaron y se dejaron esporular; por último, se colectaron sus conidias para ser cultivadas en condiciones de laboratorio en cajas de petri de plástico estéril de 50 mm de diámetro en un medio de cultivo compuesto por agar DIFCO® (2%), extracto de cacao (40%), y jugo V8 (20%) (ACJ), y se mantuvo en condiciones controladas de 25° C +/- 2° C.

Evaluación *in vitro* del polisulfuro de calcio sobre la germinación y formación de conidias de *M. roreri*

Se preparó una solución madre que contenía 80 ml de pura agua destilada estéril y 20 ml de extracto de cacao, se tomaron conidias de *M. roreri* de 12 días de edad previamente cultivadas en medio ACJ, las cuales fueron raspadas y lavadas

con una parte de la solución madre a la cual se le agregó tween 80 al 0.01% y a su vez contenido agregado a la solución madre, la cual se homogenizó con un agitador magnético por una hora, luego se agregó a cada tubo de ensayo 9 ml de esta solución madre y 1 ml de polisulfuro de calcio, y para el control se agregó 9 ml de la solución madre y 1 ml de agua destilada estéril.

Los tubos de ensayo que contenían estas suspensiones fueron incubados a 25°C +/- 2°C en la oscuridad y se realizó la lectura en el microscopio con cámara de Neubauer para contabilizar el número de esporas totales y las germinadas a las 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas. Se estudiaron dos tratamientos, cada uno tuvo tres repeticiones y en cada repetición se realizaron tres lecturas. La unidad experimental fue un tubo de ensayo. Para determinar si existieron diferencias significativas entre los tratamientos se realizó el análisis mediante la prueba de T. Los datos fueron procesados en el programa SAS para Windows 9.0.

Efecto del polisulfuro de calcio sobre frutos de cacao antes y después de la inoculación artificial con *M. roreri*

Se realizó la polinización artificial de las flores del clon UNACH 130 para obtener frutos de la misma edad y sin incidencia de monilia, luego del procedimiento se colocó un dispositivo plástico para aislar la flor y se esperó a su desarrollo. Se preparó el inóculo (conidias) de *M. roreri* según el procedimiento descrito anteriormente. Sobre 10 frutos de una edad cercana a los 70 días se realizó la aspersión del polisulfuro de calcio con una concentración del 10% (V/V) con ayuda de un atomizador; se cubrió con una bolsa de polietileno y se colocó una toalla húmeda por espacio de tres días, luego se destapó y se realizó la inoculación de *M. roreri*, utilizando conidias secas adheridas a la punta de una aguja de disección (9 x 10⁴

conidias/mL), las cuales se depositaron en una zona de dos centímetros cuadrados de la zona previamente marcada con esmalte y humedecida con agua estéril.

Posterior a la inoculación, los chilillos fueron protegidos en una cámara húmeda (bolsa de polietileno y toalla de papel empapada con agua estéril) con el propósito de humedecer el ambiente interno y favorecer la germinación de las esporas; la toalla de papel se retiró dos días después. El sitio de inoculación se marcó para facilitar el seguimiento del desarrollo de la enfermedad y la aparición de los síntomas iniciales y finales en el ensayo.

A otro grupo de 10 frutos se le realizó la inoculación de *M. royeri* con el mismo método y un día después se realizó la aspersión del polisulfuro de calcio manteniendo la cámara húmeda para poder determinar así el efecto de la aplicación del polisulfuro de calcio antes y después de la inoculación; a otros 10 frutos se les realizó la inoculación solamente con *M. royeri* bajo el mismo procedimiento, siendo éste el testigo inoculado, mientras que a otros diez frutos no se les inoculó, pero si se les asperjó agua y se les realizó la cámara húmeda, estos correspondieron al testigo sin inocular.

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y diez repeticiones; la unidad experimental fue un fruto, para un total de 40 frutos para el ensayo; los datos de Índice de Severidad Interna (ISI) y de Índice de Severidad Externa (ISE) fueron transformados mediante la fórmula $(\text{valor} + 0,5)^{1/2}$.

Para determinar si hubo diferencias significativas en cada uno de los tratamientos se realizó el análisis de varianza y se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey a un nivel de significancia de 5% cuando existió diferencia significativa. Los datos fueron procesados en el programa SAS para Windows 9.0.

Evaluación 80 días después de la inoculación, se realizó un muestreo

destrutivo de las mazorcas de cada tratamiento para medir las variables de incidencia, severidad externa y severidad interna.

- *Incidencia*: porcentaje de frutos enfermos en relación al total de frutos inoculados
- *Severidad externa*: se basa en la apariencia externa del fruto y los signos del patógeno, y mide el nivel de daño externo causado por el hongo y su habilidad para producir propágulos, mediante la escala: 0=fruto sano; 1=deformaciones o jiba; 2=mosaico o decoloración; 3=mancha; 4=micelio hasta en un 25% de la mancha; 5=micelio en más del 25% de la mancha.
- *Severidad interna*: se entiende como el porcentaje de necrosis interna del fruto cuando esta cortado longitudinalmente y medido con la escala desarrollada por Sánchez *et al* (1987), variable que muestra el daño interno causado por el hongo en los granos.

Efecto del polisulfuro de calcio sobre el desarrollo de la enfermedad en árboles de cacao

El ensayo se realizó sobre una plantación monoclonal (clon UNACH 130) de cacao, ubicada a 14° 52' 33.4" de latitud norte y 92° 21' 28.8" de longitud oeste, a una altitud de 47m, en el municipio de Tapachula, estado de Chiapas, México. Se acondicionó el área de estudio con labores de limpia, poda y la eliminación total de frutos enfermos. La aplicación del tratamiento con el polisulfuro de calcio se realizó sobre los árboles de cada parcela, en las horas de la mañana, cada 15 días con una aspersora manual destinada exclusivamente para este fin.

Se incluyó en el estudio un testigo cultural (eliminación de los frutos enfermos) y un testigo absoluto para ver el comportamiento natural de la enfermedad en el lote. Se utilizó un diseño completamente al azar con

cinco repeticiones y tres tratamientos. Las variables dependientes fueron: incidencia de la enfermedad, severidad externa, severidad interna (descritas anteriormente) y producción de cacao seco, las cuales fueron cuantificadas cada ocho días y se determinaron a partir de cada uno de los árboles de cada tratamiento, por un periodo de 12 meses.

Los datos obtenidos de incidencia se transformaron mediante la fórmula arcoseno (porcentaje/100)^{1/2} y los de ISI e ISE mediante la fórmula (valor +0,5)^{1/2}; se les realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey al 5%. Los datos fueron procesados en el programa SAS para Windows 9.0.

Resultados y discusión

Evaluación *in vitro* del polisulfuro de calcio sobre la germinación y formación de conidias de *M. royeri*

En el cuadro 1 se presenta el efecto que tiene el polisulfuro de calcio sobre la cantidad de conidias totales de *M. royeri* en comparación con el testigo absoluto, cuantificado desde las 12 hasta las 96 horas. Se muestra que la cantidad de conidias presentes con el polisulfuro de calcio es 42,93% menor a las presentadas en el testigo absoluto desde las primeras 12 horas de evaluación, porcentaje que

aumentó a medida que transcurrió el tiempo, ya que para las 24, 48, 72 y 96 horas fue del orden del 63,26%, 63,06%, 74,67% y 59,68% respectivamente; estadísticamente, la prueba de T indica la existencia de diferencias entre los tratamientos para todas las horas evaluadas. Esta reducción en la cantidad de conidias a lo largo del tiempo es importante en los métodos de control de la moniliasis del cacao ya que se disminuye la cantidad de inóculo que puede provocar la enfermedad en los frutos de cacao.

El efecto del polisulfuro de calcio sobre la cantidad de conidias germinadas se muestra en el cuadro 2; puede apreciar que a las 12 horas de iniciado el ensayo, la cantidad de conidias germinadas en el tratamiento con el polisulfuro de calcio fue 93,14% menor que en el testigo, situación que se mantuvo más o menos similar en el transcurso de las siguientes horas, ya que se registraron valores de 99,39%, 97,28%, 92,01% y 93,21%, para las 24, 48, 72 y 96 horas.

Este efecto sobre la germinación de las conidias es de vital importancia en la reducción de la infección del hongo en los frutos, ya que como señalan Phillips Mora y Wilkinson (2007), las esporas son los únicos propágulos infecciosos de *M. Roreri*, y el hongo requiere germinar sobre la superficie del fruto para poder

Cuadro 1. Efecto del polisulfuro de calcio sobre la cantidad de conidias de *M. royeri* en condiciones de laboratorio.

Tratamiento	12 horas Conidias/mL x10 ⁶	24 horas Conidias/mL x10 ⁶	48 horas Conidias/mL x10 ⁶	72 horas Conidias/ mL x10 ⁶	96 horas Conidias/ mL x10 ⁶
Polisulfuro de calcio	59,44	42,50	36,94	29,16	39,86
Testigo absoluto	104,16	115,69	100,0	115,13	98,88
Valor T estimado	-105,12	-143,19	-173,67	-155,43	-147,63
P > T	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Cuadro 2. Efecto del polisulfuro de calcio sobre la cantidad de conidias germinadas de *M. royeri* en condiciones de laboratorio.

Tratamiento	12 horas Conidias/mL x10 ⁶	24 horas Conidias/mL x10 ⁶	48 horas Conidias/mL x10 ⁶	72 horas Conidias/ mL x10 ⁶	96 horas Conidias/ mL x10 ⁶
Polisulfuro de calcio	3,19	0,41	1,38	1,94	1,80
Testigo absoluto	46,52	68,19	50,83	24,30	26,52
Valor T estimado	-108,43	-196,75	-171,17	-71,28	-99,00
P > T	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

realizar la infección e iniciar con ello su proceso invasivo, de manera que, al inhibir la germinación de las conidias, los eventos de infección serán reducidos y las probabilidades de infección y desarrollo de la enfermedad serán menores. La prueba de T realizada entre el polisulfuro de calcio y el testigo absoluto registró diferencias entre ellos en cada una de las horas evaluadas.

Con los datos anteriores se aprecia cómo el efecto del polisulfuro de calcio sobre las conidias de *M. royeri* se da tanto en la reducción del número de conidias producidas como en su germinación, lo cual corrobora los datos reportados por Ramírez (2008), donde el polisulfuro de calcio inhibió el desarrollo de zoosporas de *Phytophthora palmivora*.

Efecto del polisulfuro de calcio sobre frutos de cacao antes y después de la inoculación artificial con *M. royeri*

En el cuadro 3, se muestran los porcentajes de incidencia de la enfermedad sobre los frutos de cacao, y se aprecia cómo el polisulfuro de calcio, con su aplicación antes y después de la inoculación, no permitió la infección del patógeno, lo que corrobora los resultados obtenidos en la fase de laboratorio, donde la cantidad de conidias y de las germinadas disminuyeron en presencia de este producto, efectos que

sumados hacen que la infección no se dé y con ello no se presenten los síntomas de la enfermedad causada por el hongo *M. royeri*; estos resultados muestran un mejor efecto que los reportados por Ardila *et al.* (2008), quienes evaluaron productos bajo esta misma metodología pero solo con aplicaciones después de la inoculación con el patógeno, y fueron el yodo agrícola y el Antrasin P.C. (i.a. Sulfato de cobre Pentahidratado) los que mostraron las menores incidencias con 42% y 43%, y con ISI de 1 y 1,1 respectivamente; sin embargo, el testigo inoculado presenta 5,0 de ISI frente a 1,8 del testigo empleado en el presente estudio, el cual según la clasificación reportada por Phillips (2005), sería un material moderadamente resistente a *M. royeri*.

No obstante, la incidencia con la aplicación de polisulfuro, tanto antes como después de la inoculación, fue de cero; el análisis de varianza registró diferencias entre los tratamientos, mientras que la prueba de Tukey indica que los tratamientos con aplicación del polisulfuro de calcio, tanto antes como después de la inoculación con *M. royeri*, y el testigo sin inocular muestran diferencias con el testigo inoculado, el cual fue el único que registró valores de ISI y de ISE.

Con respecto al efecto de la aplicación del polisulfuro de calcio sobre la severidad externa, se aprecia que los frutos no

Cuadro 3. Porcentaje de incidencia, Índices de Severidad Interna (ISI) y Externa (ISE) después de 60 días de la inoculación artificial con *M. royeri*

Tratamiento	% Incidencia	% Daño interno	ISI 0-5	Tukey*	ISE 0-5	Tukey*
Polisulfuro de calcio 10% antes de inocular	0	0	0	B	0	B
Polisulfuro de calcio 10% después de inocular	0	0	0	B	0	B
Testigo sin inocular	0	0	0	B	0	B
Testigo inoculado	100	36	1,8	A	1,42	A
Coeficiente de variación				1,05		10,90

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

mostraron síntomas externos (Cuadro 3), mientras que en el testigo inoculado, el 100% de los frutos presentó jibas y el 12,5% mancha aceitosa.

Efecto del polisulfuro de calcio sobre el desarrollo de la enfermedad en árboles de cacao

El efecto de los tratamientos aplicados en campo se muestran en el cuadro 4, en el cual se observa que gracias a la aplicación del polisulfuro de calcio al 10%, la incidencia de *M. royeri* en frutos de cacao menores a los 90 días de edad fue el valor más bajo con 0,07%, seguido por el tratamiento de manejo cultural con 5,2%, los cuales registran diferencias estadísticas con respecto al testigo absoluto, el cual obtuvo la mayor incidencia con 19,1%; de la misma manera, la incidencia que hubo en los frutos mayores a 90 días fue igualmente baja si se compara con aquellos que fueron tratados con aspersiones del polisulfuro de calcio, con tan solo un 0,53% de incidencia, mientras que para el testigo cultural fue de 15,79%, y de 50,48% para el testigo absoluto, tratamiento que estadísticamente mostró diferencia con los demás.

La incidencia total, es decir, la que presentaron tanto frutos en estado de chilillos como en mazorcas, muestra el buen efecto regulador del polisulfuro de calcio sobre el hongo *M. royeri*, lo cual

confirma los datos obtenidos en los ensayos anteriores, pues fue de 0,53% y registra diferencias estadísticas con respecto al tratamiento con manejo cultural y al testigo absoluto, cuyos valores de incidencia fueron de 21% y 69,6%, respectivamente.

En Venezuela, Sánchez *et al.* (2003) reportan que con prácticas culturales la incidencia de *M. royeri* fue menor al 6% y mostró la mayor producción, aunque fue igual a tratamientos con aspersiones de oxiclورو de cobre y Mancozeb cada 15 días en concentración de 860 y 347 g ia/ha, respectivamente, solos o combinados con prácticas culturales quincenales; sin embargo, menciona que la incidencia de la enfermedad fue baja para el periodo evaluado.

Bateman *et al.* (2005), indican que el hidróxido de cobre 1500 g ia ha⁽⁻¹⁾, ha mostrado ser consistentemente el más eficaz en el control de *M. royeri* de una serie de ensayos realizados en Costa Rica, con un promedio de incremento del 72%-100% (es decir, a veces el doble) en número de frutos sanos, y que el fungicida sistémico flutolanil, en una dosis de 300 g de ia ha⁻¹, parece proteger los frutos sustancialmente al principio de su etapa de desarrollo, pero con un control proporcionalmente menor de *M. royeri* en comparación con el cobre en las etapas de desarrollo tardío de los frutos. Los datos indican que, si bien el

Cuadro 4. Efecto de la aplicación de polisulfuro de calcio sobre la incidencia de *M. royeri* y producción de cacao seco.

Tratamiento	% I Chilillos	T*	% I Mazorcas	T*	% I Total	T*	Producción g/planta	T*
Polisulfuro de calcio 10%	0,07	A	0,46	A	0,53	A	1485,36	A
Testigo cultural	5,2	B	15,79	B	21	B	449,46	B
Testigo absoluto	19,1	C	50,48	C	69,6	C	142,48	C
Coefficiente de variación	1.216973		0.602484		0.932041		2.618160	

%I = porcentaje de incidencia T*=Tukey*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

cobre actúa sobre *M. royeri*, no se reportan datos de incidencia tan bajos como los obtenidos con el polisulfuro de calcio en el presente ensayo, respuesta que se da aún con incidencias naturales elevadas de la enfermedad elevadas (69,6%), es decir, que aún en alta presencia del inóculo natural se puede reducir la incidencia de la enfermedad con la aplicación del polisulfuro de calcio.

Es importante remarcar que en los reportes citados no se menciona el tipo de material (clones, híbridos) utilizado en la realización de esos ensayos, ya que, como reporta Phillips-Mora, *et al.* (2005), existe un componente genético de tolerancia del cacao al patógeno y, según los datos, el clon en el que se realizó el presente estudio es moderadamente resistente, factor que, sumado al buen manejo agronómico de la plantación y a la aspersión del polisulfuro de calcio, permitió bajar sustancialmente la incidencia de la enfermedad.

Con respecto a la producción por planta, en el cuadro 3 se aprecia cómo los árboles que fueron tratados con el polisulfuro de calcio registraron los valores más altos con 1485,36 gramos de cacao seco por planta en un año, la cual mostró diferencia estadística con el tratamiento de manejo cultural y con el testigo absoluto, que

registraron producciones de 449,46 y 142,48 g/planta, respectivamente, demostrando con ello que, si bien el polisulfuro de calcio esta reportado como insecticida (Giménez, 2009), en el caso del cacao no afecta a sus mosquitas polinizadoras *Forcipomyia* (Diptera: Ceratopogonidae) y tampoco presentó marchitez ni pérdida de los frutos.

Conclusiones

El polisulfuro de calcio inhibe *in vitro* el crecimiento y la formación de conidios del hongo *M. royeri*. La aplicación de este producto, antes o después de la inoculación de conidios de *M. royeri* sobre frutos de cacao, inhibe por completo el desarrollo de la enfermedad. Las aspersiones del polisulfuro de calcio en plantaciones de cacao reduce la incidencia de la enfermedad ya que registró valores de 0,53%, frente a 21% del testigo con manejo cultural y del 69,6% del testigo de inoculación natural, además, mejoró la producción de cacao seco/año en un 90,6% en relación con el testigo de inoculación natural. Este estudio muestra que el polisulfuro de calcio puede ser una alternativa viable para el control de la moniliasis en plantaciones de cacao y puede ser integrado a programas de producción orgánica.

Bibliografía

- Ardila, H., Delgado, D., Acuña, C., Aranzazu F., Coronado, R., y Jaimes, Y. (2008). *Evaluación en campo de biocontroladores y productos no convencionales contra Moniliophthora roreri*. Memorias Seminario Internacional de cacao, Avances de investigación. Federación Nacional de cacaoteros de Colombia. Floridablanca, Colombia, 26 y 27 de junio de 2008.
- Bateman, R., Hidalgo, J., Garcia, C., Arroyo, G., Hoopen, T., Adonijah, V. y Krauss, U. (2005). *Application of chemical and biological agents for the management of frosty pod rot (Moniliophthora roreri) in Costa Rican cocoa (Theobroma cacao)*. *Annals of Applied Biology*.
- Giménez, R. (2009). *Megaplatypus mutatus: bases para su manejo integrado*. Bariloche Villacide, J.M. y J.C. Corley (eds.). Serie técnica: *Manejo integrado de plagas forestales cambio rural-laboratorio de ecología de insectos* INTA EEA Cuadernillo N°5, Junio 2009.
- López, B., González, M., Lee, R., Alvarado, G., Ramírez, G., (2006). *Diagnóstico y técnicas para el manejo de la moniliasis del cacao*. (p. 40) Tuxtla Gutiérrez, México: Universidad Autónoma de Chiapas; Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- López, B., Ramírez, G. S., Ramírez, G., Moreno, B., y Alvarado, G. (ed). (2006). *Agroecología y agricultura orgánica en el trópico*. (p.427). Boyacá, Colombia: Editorial Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Universidad Autónoma de Chiapas.
- Phillips-Mora, W., Castillo J., Krauss U., Rodríguez E. y Wilkinson M. J. (2005). *Evaluation of cacao (Theobroma cacao) clones against seven Colombian isolates of Moniliophthora roreri from four pathogen genetic groups*. *Plant Pathology*, 54, 483–490.
- Phillips-Mora, W., & Wilkinson, M. (2007). *Frosty pod of cacao: A disease with a limited geographic range but unlimited potential of damage*. *Phytopathology* 97,1644-1647.
- Ramírez, G. (2008). *Extractos vegetales para el manejo orgánico de la mancha negra (Phytophthora palmivora) del cacao (Theobroma cacao)*. (p. 92). Tesis Maestría en Biotecnología. Universidad Autónoma de Chiapas. Tapachula, Chiapas, México.
- Sánchez, J., Brenes, O., Phillips, y W., Enríquez, G. (1987). *Metodología para la inoculación de mazorcas de cacao con el hongo Moniliophthora (Monilia) roreri*. (pp. 467-472). Proceedings of the Tenth International Cocoa Research Conference, 1988. Santo Domingo, Dominican Republic: Cocoa Producers' Alliance.
- Sánchez, F., Gamboa, E. y Rincón, J. (2003). *Control químico y cultural de la moniliasis (Moniliophthora roreri cif & par) del cacao (Theobroma cacao L) en el Estado Barinas*. *Rev. Fac. Agron*, 20, 188-194.
- Smilanick, J. y Sorenson, D. (2001). *Control of postharvest decay of citrus fruit with calcium polysulfide*. *Postharvest Biology and Technology*, 21 (2), 157-168(12).