



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Moniliophthora roreri (Cif y Par) Evans *et al.* en el cultivo de cacao

Moniliophthora roreri (Cif y Par) Evans *et al.* in the crop of cocoa

 Fernando David Sánchez Mora¹, Felipe Rafael Garcés Fiallos^{1,2,*}
¹ Unidad de Investigación Científica y Tecnológica – UICYT. Universidad Técnica Estatal de Quevedo – UTEQ. Km. 7 ½ vía El Empalme. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

² Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo – UTEQ. Avenida Quito, Km. 1 ½ vía Santo Domingo de los Tsáchilas. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Casilla postal: 73.

Recibido 02 febrero 2012; aceptado 08 agosto 2012

Resumen

Más de un siglo, el cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador ha sido fuente importante de ingresos para los agricultores y de divisas para el país, llegando a ser uno de los exportadores más grandes a nivel mundial. Posteriormente, perdió paulatinamente ese estatus debido al ataque de enfermedades, entre ellas la moniliasis causada por [*Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans *et al.*]. Esta enfermedad puede causar daños hasta del 80% en la producción. Actualmente no existe mucha información actualizada y científica, sobre su ocurrencia, sintomatología, etiología, epidemiología, ciclo de vida y manejo o estrategias de control de la mencionada enfermedad, por la tanto se realiza esta revisión con estos tópicos importantes, aportando con esto a esta área del conocimiento.

Palabras clave: Moniliasis, *Theobroma cacao*, conidias, manejo integrado.

Abstract

More than a century, cacao (*Theobroma cacao* L.) in Ecuador has been an important source of income for farmers and currency for the country, becoming one of the biggest exporters worldwide. Then, gradually lost that status due to the attack of diseases, including moniliasis caused by [*Moniliophthora roreri* (Cif and Par) Evans *et al.*]. It can cause damage of up to 80% in production. Currently there is little scientific date information on its occurrence, symptoms, etiology, epidemiology, life cycle management or control strategies of that disease, by performing this review both these important topics, bringing with it to this area of knowledge.

Keywords: Moniliasis, *Theobroma cacao*, conidia, integrated management.

1. Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta originaria de los trópicos húmedos de América, su centro de origen se cree estar situado en el noroeste de América del sur, en la zona amazónica (Enríquez, 1987). El tamaño promedio de las fincas de cacao varía de 1 ha en Asia, casi 10 ha África Occidental e aproximadamente 20 hectáreas en América Latina, en donde esos agricultores dependen a menudo de la familia para trabajar en sus fincas, y no de

mano de obra contratada (Hebbar, 2007). El cacao es de importancia relevante en la economía del Ecuador, por ser un producto de exportación y que constituye una fuente de empleo para un alto porcentaje de habitantes de los sectores rurales y urbano (Quiroz, 2006). Esta especie representa uno de los rubros más importantes para el país, constituyendo el 5% de la producción mundial, siendo también uno de los cultivos tradicionales de interés comercial en la provincia de Los Ríos (Sánchez-Mora *et al.*, 2011a).

* Autor para correspondencia

Email: felipegarces23@yahoo.com (F. Garcés)

En el Ecuador existe un tipo de cacao fino de aroma único en el mundo, denominado como “Nacional”, que por muchos años se lo ha considerado como un tipo de cacao Forastero, debido a la morfología de la mazorca, aunque en la actualidad se cree que este tipo de cacao se encuentra en el país desde antes de la conquista española (Enríquez, 2004). Por otro lado, la tradicional calidad organoléptica de la almendra de cacao ecuatoriano, ha ganado por muchos años los mejores calificativos, siendo de gran demanda en los mercados internacionales (González y Ruíz, 2009).

La mayoría de plantaciones cacaoteras del país son manejadas de forma integral, incluyendo las labores sanitarias las mismas que si no se realizan a tiempo, comprometen la producción hasta en un 90% por el ataque de enfermedades (Sánchez-Mora *et al.*, 2011a). Los mismos autores relatan que, entre las enfermedades más importantes encontramos a la moniliasis [*Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans *et al.*], escoba de bruja [*Moniliophthora perniciosa* Aime y Phillips-Mora], fitóptora (*Phytophthora* spp.), y en menor porcentaje al mal del machete (*Ceratocystis cacaofunesta* Engelbrecht y Harrington).

A pesar de que a este cultivo le ataca un sinnúmero de enfermedades, causando daños y perjuicios a los agricultores, la moniliasis es la más peligrosa. En la zona de Quevedo, el 80% de las mazorcas enfermas presentaron sintomatología de moniliasis y el 20% restante de escoba de bruja y fitóptora (Sánchez-Mora *et al.*, 2011a). En el Ecuador, Colombia y Perú, el grave problema ha sido siempre la moniliasis (Suárez y Delgado, 1993). Sus efectos devastadores han causado el abandono de miles de hectáreas durante un periodo de casi 200 años (Phillips-Mora, 2006), causando pudrición de mazorcas en el neotrópico (Evans, 2007). En vista a este problema los agricultores comenzaron un acelerado proceso de sustitución de cacaotales de tipo “Nacional” por híbridos de origen trinitario con altos niveles de

producción y con una aparente resistencia a las enfermedades (Quiroz, 2002). Lo que va provocando la pérdida de diversidad, especialmente de genes que expresan la calidad, una característica del cacao ecuatoriano (Sánchez-Mora *et al.*, 2011b). También se observa una mudanza del establecimiento del cultivo hacia zonas más secas debido a que en estos lugares, existe una menor intensidad de la enfermedad (Enríquez, 2004).

Por lo relatado anteriormente y ante la escasa información científica y académica recopilada, agrupada y disponibilizada sobre la ocurrencia, sintomatología, etiología, epidemiología, ciclo de vida y manejo o estrategias de control de la moniliasis, se coloca a disposición esta revisión para la comunidad científica y otras personas involucradas con el cultivo de cacao.

2. Problemática de la enfermedad en el continente americano

La moniliasis es una de las enfermedades más destructivas del cacao restringida a 11 países latinoamericanos (Phillips-Mora, 2006). En Nicaragua, la moniliasis es uno de los principales factores limitantes en la producción de cacao, causando daños desde el 30% hasta el 100% (Phillips-Mora, 2006; Navarro y Mendoza, 2006). A su vez, en el Perú, esta enfermedad es la más importante del cultivo, la cual ataca los frutos en cualquier estado de desarrollo (IICA, 2006), provocando daños entre 16 a 80%. La intensidad de la moniliasis, varía según la zona y época del año, de acuerdo con las condiciones climáticas (PRO-AMAZONIA, 2003). En Colombia esta enfermedad fungosa es el factor más limitante para la producción de cacao en el país, la cual se encuentra causando graves daños (Rodríguez, 2006.), llegando hasta el 70% (FEDECACAO, 2004). En Ecuador los daños de las cosechas por la presencia de la moniliasis pueden llegar a un 60% (MAG/IICA, 2001), mientras que su incidencia en mazorcas alcanzó el 64.76 % en el año 2008 (Sánchez-Mora *et al.*, 2011a).

3. Ocurrencia de la enfermedad

La primera detección del hongo *M. royeri*, fue en la región de Quevedo, Los Ríos, Ecuador (FHIA, 2003; Najar y Thomas, 2001), por Rorer en 1915 (Rorer, 1918), mientras que Phillips-Mora *et al.* (2006a) menciona que la primera detección del patógeno fue en el noreste de Colombia, donde existe la mayor diversidad genética del agente causal y se conoce la enfermedad desde hace 200 años aproximadamente. Desde allí se diseminó hacia otros lugares, a través de América Central llegando hasta Belize en 2004 (Phillips-Mora *et al.*, 2006b) y México en 2005 (Phillips-Mora *et al.*, 2006c). La moniliasis podría haber sido diseminada de forma clonal, encontrándose actualmente en una fase invasiva (Grisales y Afanador, 2007). En un período poco mayor a 40 años su área de ocurrencia ha crecido considerablemente y es probable que en el futuro se extienda a nuevas áreas (Hardy, 1961).

4. Sintomatología

Podemos encontrar síntomas externos e internos en los frutos en todas las fases de su desarrollo (Figura 1). El daño externo es caracterizado por una necrosis, deformación y pudrición en mazorcas, aunque algunos frutos de 60 y 80 días pueden completar su desarrollo sin síntomas externos, pero con el tejido interno necrosado (Reuck, 1997). Esto conlleva a la muerte del fruto, con un color café

oscuro, para luego cubrirse de una “felpa” de color crema, que son las esporas del hongo (Johnson *et al.*, 2008). El daño interno causado por la enfermedad puede ser más grave que el externo, pudiendo llegar a perderse casi todas las almendras, sin importar la edad del fruto (FHIA, 2003). Los tejidos centrales, pulpa, semillas y algunas veces la cáscara, forman una sola masa en donde los tejidos son rodeados por una sustancia acuosa debido a la descomposición de ellos, siendo también las almendras destruidas parcial o completamente, dependiendo del tiempo de infestación de los frutos (IICA, 2006).

En los frutos menores de dos meses, la infección aparece primero como pequeños abultamientos o gibas (protuberancias) en la superficie de la mazorca, incluso esa área se descolora (se vuelve más clara); después que emerge esa giba, se presenta una mancha café (chocolate) que se va extendiendo (el fruto muere poco después), empezando a aparecer una felpa blanca correspondiendo al micelio del hongo (filamentos vegetativos), para luego de tres a siete días, sobre el micelio blanquecino emerger las esporas del tipo conidio de color crema (FHIA, 2003). Un síntoma adicional es la llamada madurez prematura, donde las mazorcas cambian de color dando la apariencia de madurez en frutos que todavía están inmaduros (Johnson *et al.*, 2008). Hasta 10 semanas de edad los frutos pequeños son susceptibles (Amores *et al.*, 2009a).

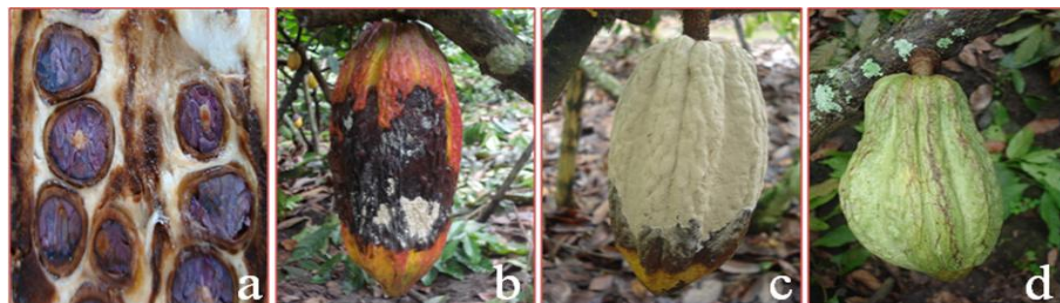


Figura 1. Síntomas internos y externos de la moniliasis: a) tejidos centrales, pulpa, almendras y cáscara formando una sola masa producto de la pudrición; b) fruto mostrando una mancha café con borde irregular donde va avanzando la enfermedad; c) fruto donde se observa el micelio del hongo; d) mazorca con infecciones ocultas (internas), con presentando hinchazones como pequeños abultamientos o gibas (protuberancias).

En frutos infectados a mitad de su desarrollo, la enfermedad aparece primero en forma de unos pequeños puntos aceitosos (translúcidos), en muy corto tiempo esos puntos se unen formando una mancha café, el borde de la mancha es irregular y a veces produce un color amarillento por donde va avanzando la enfermedad, a los pocos días sobre la mancha café aparece el micelio y luego las esporas que forman un grupo acumulado abundante de color crema, las esporas que reproducen el hongo son tan abundantes que en un centímetro cuadrado, se cuentan desde 7 a 43 millones, bastando sólo una para iniciar la enfermedad (Johnson *et al.*, 2008). Aunque la infección también puede ocurrir en los frutos con más de tres meses de edad, en gran parte la podredumbre se limita a la cáscara y no alcanza a llegar a las almendras que así pueden aprovecharse como parte de la cosecha (Amores *et al.*, 2009b).

5. Etiología

Esta enfermedad también es denominada como pudrición acuosa, helada, mancha ceniza o enfermedad de Quevedo (PRO-AMAZONIA, 2003). Estudios recientes sobre la taxonomía del hongo mediante pruebas morfológicas, citológicas y moleculares confirman que este patógeno como Bacidiomicete (Evans *et al.*, 2003), correspondiente al orden Agaricales (Phillips-Mora, 2003, citado por Moreira, 2006), y familia Marasmiaceae (Aime y Phillips-Mora, 2005). En la actualidad se desconoce el estado perfecto del hongo (sexual o teleomorfo), por lo que se cree que su reproducción se realiza asexualmente por conidias, las cuales son la única estructura hasta ahora conocida capaz de causar infección (Evans *et al.*, 2003). El ciclo de vida de *M. roreri* durante el proceso de la enfermedad no ha sido completamente descifrado, mostrando una fase biotrófica y otra hemibiotrófica durante el desarrollo de la enfermedad (Tiburcio *et al.*, 2010).

Las conidias pueden ser globosas, subglobosas y elípticas, pudiendo medir de 7 - 10.5, 6.3 - 9.3, 7.5 - 11.6 µm, respecti-

vamente (Villavicencio y Jiménez, 2010). Según Kendrick (1992), este microorganismo produce toxinas específicas en las células del hospedero. Se han identificado cinco grupos genéticos principales del hongo: tres endémicos localizados en la Cordillera Central (*Grupo Co-central*) y Oriental (*Grupo Co-oriente*) de Colombia y en Ecuador (*Grupo Gilari*), el cuarto situado en el Oriente de Colombia (*Grupo Bolívar*), periferia de Ecuador, Venezuela y Perú, y el quinto ubicado en el Occidente de Colombia (Cordillera Occidental) (*Grupo Co-occidente*), Centro de Ecuador y América Central (Phillips-Mora *et al.*, 2007).

6. Hospederos

El hongo *M. roreri* sólo se ha encontrado atacando los frutos de cacao *Theobroma cacao*, de otras especies como *T. angustifolium*, *T. bicolor*, *T. gileri*, *T. grandiflora*, *T. mammosum*, *T. simiarum* y *T. sylvestre* (Porrás-Umaña, 1982).

7. Epidemiología

Esta enfermedad ha sido relatada a una altitud entre 0 y 1520 m.s.n.m., donde existe precipitación fluvial anual de 780 - 5,500 mm y una temperatura de 18 a 28 °C (Phillips, 2006; IICA, 2006).

Meléndez (1993) encontró que existe una estrecha relación entre la humedad relativa y el movimiento de esporas del hongo, indicando que la liberación es realizada entre el 71 y 74% de humedad relativa y las 10:00 am hasta las 14:00 pm aproximadamente. Según Phillips-Mora (2006), menciona que las condiciones secas, humedad relativa baja y temperatura mayor a 26 °C favorecen la liberación y dispersión de las conidias, y las lluvias intensas y frecuentes favorecen la presencia de agua libre sobre los frutos, facilitando la germinación y penetración de las conidias.

La germinación de las conidias es favorecida sobre temperaturas medias de 22 °C y humedad relativa del 93 % (Albuquerque *et al.*, 2005).

8. Ciclo de la enfermedad

La sobrevivencia del patógeno (Figura 2.) empieza en los residuos de cosecha (mazorcas contaminadas). Luego, las conidias son diseminadas por el viento y la lluvia, ocurriendo también contaminación de frutos o mazorcas con moniliasis de una plantación a otra (Navarro y Mendoza, 2006). Algo similar menciona Albuquerque *et al.* (2005), diciendo que la diseminación de las conidias es realizada por el viento, pudiendo el agua de lluvia tener un papel importante en las infecciones a corta distancia en la copa del cacao. Además, debido al movimiento producido por las labores de cosecha las esporas se movilizan en el aire y bajo condiciones propicias de humedad y temperatura, infectan constantemente los frutos que recién están formándose (Amores *et al.*, 2009a). Según Meléndez (1993), en su investigación sobre microambiente, la mayor cantidad de esporas de moniliasis se encuentran a 1 metro de altura en las plantas de cacao.

Las conidias se depositan sobre el fruto, germinan si hay agua o mueren por la radiación/desecación; estas al germinar pueden penetrar directamente a la cáscara del fruto (Phillips-Mora, 2006). Su penetración ocurre directamente a través de los estomas, creciendo entre las células del córtex, produciendo conidias dentro y en la superficie de los frutos (Albuquerque *et al.*, 2005).

Una de las características del patógeno es su largo período de incubación antes de aparecer los síntomas (Johnson *et al.*, 2008). El tiempo de infección puede ser de 3 a 8 semanas, pudiendo variar según la edad del fruto, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones de clima, principalmente presencia de lluvias, mientras que en frutos tiernos, en días lluviosos y calurosos, el período de incubación se acorta a tres semanas (FHIA, 2003), sin embargo, Cruz (1993) relata que el período de incubación (latente) fluctúa entre 30 y 70 días.

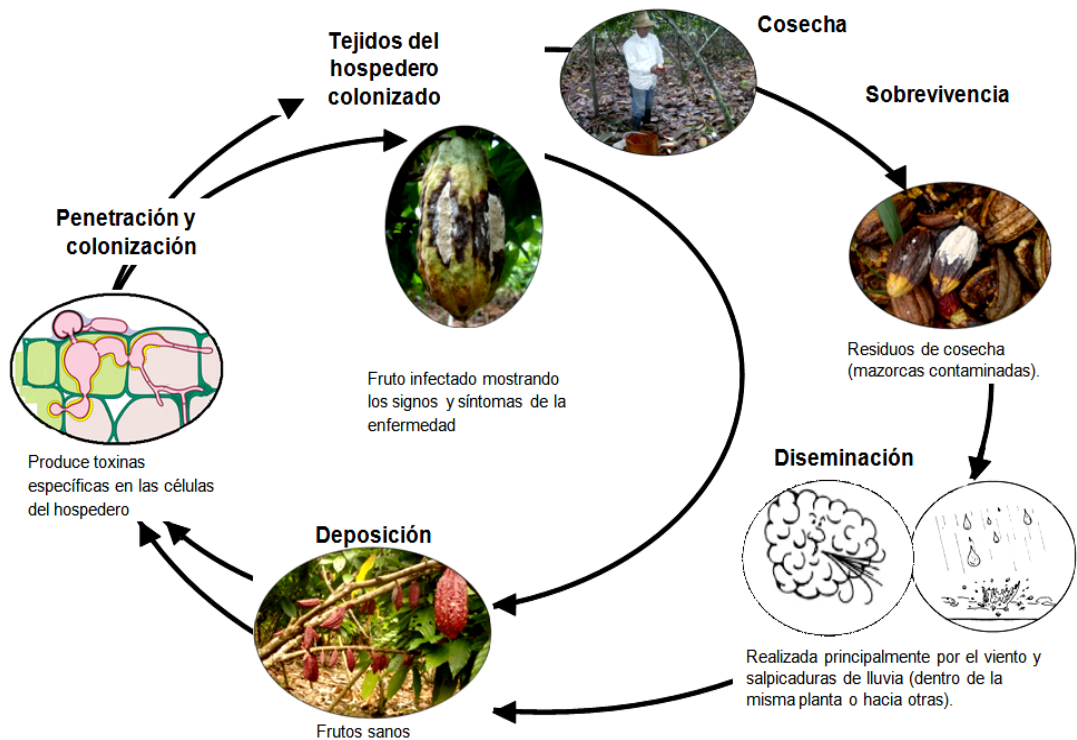


Figura 2. Ciclo de la moniliasis causada por *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans *et al.* en cacao.

Finalmente, en la cosecha el agricultor extrae las almendras de las mazorcas, dejando las cáscaras en el suelo y los frutos enfermos asidos en la planta lo que influye posteriormente en la sobrevivencia del patógeno.

9. Estrategias de control/Manejo

Integrado

Es sabido que el mejor control de cualquier enfermedad es el manejo integrado, no siendo la excepción para este caso, por lo que sería ideal usar en conjunto el control cultural, genético, biológico y químico. A continuación detallamos cada uno de ellos.

9.1. Control cultural

Este control trata básicamente de evitar la entrada del patógeno en el área, y si está presente, impedir que encuentre las condiciones favorables de infección, multiplicación y diseminación.

Evitar el excesivo crecimiento del árbol de cacao, ya que el autosombramiento reduce su actividad fotosintética, creando un microclima interno que estimula la infección y el desarrollo de la enfermedad en los frutos (Amores *et al.*, 2009a), lo que ayudaría también en la recolección de los frutos al momento de la cosecha. Las podas sanitarias al momento de la cosecha es otra buena práctica para eliminar las partes afectadas por insectos o enfermedades (Enríquez, 2003).

La poda frecuente, regulación del estrato superior, buen drenaje, densidades apropiadas, buen control de malezas y correcto programa de fertilización, ayudan al óptimo desarrollo del árbol de cacao, pues hace que los patógenos que ingresen a las plantaciones tengan pocas probabilidades de establecerse y posteriormente desarrollarse; en caso de que la enfermedad llegase a establecerse, con un manejo cultural adecuado estas pueden ser controladas económicamente y se podrá convivir con la enfermedad, y si la enfermedad ya está presente, es de suma importancia remover de la plantación, semanalmente las partes afectadas (frutos

con síntomas de la enfermedad) del cacaotal, reduciendo la intensidad de la mencionada molestia (Johnson *et al.*, 2008). También, es importante la recolección y destrucción de frutos enfermos, pues es el método de control más recomendado contra la enfermedad (Sánchez *et al.*, 2003), pudiendo ser ella de forma semanal (Krauss *et al.*, 2003).

Los frutos con signos del hongo (mazorcas con aspecto de ceniza), se deben tumbar o remover en las primeras horas de la mañana o en la tarde después de las 16:00 pm, evitando que la humedad no permita el desprendimiento de las conidias, y por último dependiendo de la cantidad de estos, puedan enterrarse o pudiendo ser trasladados a otro sitio (FEDECACAO, 2004). La remoción debe ser oportuna; en caso contrario, una sola falla puede permitir la esporulación en mazorcas en la copa y así diseminar el patógeno (Krauss *et al.*, 2003).

9.2. Control genético

Luchar contra la enfermedad con variedades resistentes reduce drásticamente el uso de fungicidas, haciendo el cultivo más amigable con el medio ambiente y más atractivo para los pequeños agricultores (Johnson *et al.*, 2008), siendo la mejor alternativa, desde el punto de vista económico, ambiental y de manejo para el productor, la obtención de nuevas variedades con resistencia a moniliasis (Solís *et al.*, 2009).

Muchas de las informaciones que existen sobre el cacao en general, y mejoramiento buscando resistencia a la enfermedad, fueron iniciados en Trinidad, donde clones trinitarios ICS (Imperial College Selection) fueron primeramente seleccionados por la alta producción, sin embargo estos mostraron alta susceptibilidad en fases posteriores (Ríos-Ruiz, 2001). La resistencia o tolerancia a la moniliasis, ha mostrado ser una característica poco común, que sólo se ha encontrado en cinco genotipos de cacao, entre las más de 600 accesiones evaluadas en el Programa de

Mejoramiento Genético de Cacao del CATIE, siendo cinco genotipos con orígenes y fechas de introducción significativamente diferentes: UF-273 y UF-712 (Costa Rica, 1960), EET-75 (Ecuador, 1965 – 1966), ICS-95 (Trinidad, 1959) y PA-169 (Perú, 1961) (Debouck *et al.*, 2008). También, en otra investigación realizada por Phillips *et al.* (2005), demostraron que el genotipo de cacao ICS-95 aparentemente presenta resistencia a *M. royeri*. A lo largo de los años ha avanzado rápidamente los estudios que envuelven resistencia genética utilizando procedimientos moleculares. Como consecuencia de esto, ya se conoce que el cacao tiene 10 pares de cromosomas (Enríquez, 2004), y con la secuenciación del 76% de su genoma y la identificación de 28.798 genes que codifican proteínas, entre las cuales 23.529 (82%) estaban anclados en los diez cromosomas del cacao, representando un nuevo modelo simple para estudiar los procesos evolutivos, la función de genes, la genética y la bioquímica de los cultivos de árboles frutales (Argout *et al.*, 2011). Inclusive, se conoce que el estudio del papel de transferencia de genes horizontales en aparición fitopatogénica, podría contribuir a la selección de posibles genes interesantes para su posterior análisis experimental centrado en la adquisición de una mejor comprensión de la aparición de los mecanismos de fitopatógenos y de los estilos de vida de estos hongos, lo que podría conducir al desarrollo de nuevas estrategias de control contra estos microorganismos (Tiburcio *et al.*, 2010).

En la actualidad se están realizando estudios del genoma del hongo *M. royeri*, que permitirá una imagen más completa de su evolución, mejorará el conocimiento de su biología, pudiendo también ayudar en el desarrollo de estrategias para un mejor control (Costa *et al.*, 2012).

9.3. Control biológico

Este tipo de control biológico debe emplearse en conjunto con otros métodos existentes. En Perú se reportaron

resultados altamente promisorios con micoparásitos (*Trichoderma* sp., *Clonostachys rosea* y *Clonostachys byssicola*) en varias mezclas y formulaciones (Krauss *et al.*, 2003). Estos mismos autores mencionan, que este control por su naturaleza, no elimina, sino que reduce las poblaciones de patógenos y, como consecuencia, reduce la intensidad de la enfermedad.

En Colombia, los resultados obtenidos durante la prueba de antagonismo *in vitro*, fue observado una inhibición en el crecimiento de *M. royeri* de un 95% frente a la cepa de *Trichoderma* sp. del Zulia, pudiendo ser un posible controlador biológico para la moniliasis, entre tanto la cepa *Trichoderma* sp. de Iscalá fue del 70%, entre tanto la de *Trichoderma* sp. Cubana fue de un 55%. Estos valores de inhibición por encima del 50%, los convierten en posibles controladores biológicos (Suárez, 2006).

En Venezuela, identificaron la microbiota en plantas de cacao, donde estudiaron muestras de hojas, encontrando en ellas una población epifita de cacao muy abundante, siendo 48 especies de hongos, de los cuales, fueron detectados *Penicillium* sp. y *Gliocladium* sp., como posibles controladores biológicos (Urdaneta y Delgado, 2007),

9.4. Control Químico

Debido a la arquitectura del árbol y ubicación de las mazorcas se puede obtener éxito en el control de la moniliasis, utilizando sulfato de cobre (2 kg.ha⁻¹ en siembras de de alta densidad), realizando aplicaciones semanales durante tres meses, a partir de los primeros picos más intensos de floración y dirigido a los frutos en su periodo de mayor crecimiento (Crespo del Campo y Crespo, 1997).

Con la aplicación de productos químicos se consigue reprimir la enfermedad de manera significativa, demostrando los beneficios de los fungicidas en los frutos; los fungicidas sistémicos muestran un mejor control de *M. royeri* en comparación

con los de contacto, lo cual implica reducir el número y los costos de aplicaciones; al complementar las labores culturales con los controles químicos, la producción de cacao sano se incrementa alrededor del 20%, mostrando resultados favorables y significativos al combinar estos dos tipos de control (Ayala y Navia, 2008).

10. Conclusiones

Es muy importante reconocer el grave daño que ocasiona este hongo en las huertas de cacao, que reduce los ingresos de nuestros agricultores. Se debe incentivar el control cultural a tiempo, ya que es el mejor mecanismo para impedir el progreso de este patógeno. Asimismo, es necesario estudiar y evaluar los árboles de fincas cacaoteras en cuanto a su resistencia a la moniliasis, para realizar programas de mejoramiento genético y en un futuro obtener materiales altamente resistentes, productivos y de buena calidad.

De forma tentativa se puede recomendar, la elaboración de un plan de manejo de la moniliasis el cual consiste en la alternancia del control cultural en plantaciones de baja y alta productividad, con aspersiones de oxiclورو de cobre semanal o quincenal. Se debe tener en cuenta que para agricultores de baja capacidad de adopción de tecnología y disponibilidad de mano de obra familiar, se debe tender a recomendaciones que contemplen uso mínimo de fungicidas (Sánchez *et al.*, 2003).

Referencias bibliográficas

Aime, M. C.; Phillips-Mora, W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97(5): 1012-1022.

Albuquerque, P.S.B.; Bastos, C.N.; Luz, E.D.M.N.; Silva, S.D.V.M. 2005. Doenças do cacaueiro (*Theobroma cacao*). Em: Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. (Eds.) Manual de Fitopatología. p. 151-163. Vol. 2 (4ta Ed.). Livroceres, Piracicaba, Brasil.

Amores, F.; Agama, J.; Suárez, C.; Quiroz, J.; Motato, N. 2009a. EET 575 y EET 576 nuevos clones de cacao nacional para la zona central de Manabí. Boletín divulgativo N 346. Estación Experimental Tropical "Pichilingue". Quevedo, Ecuador. 28 p.

Amores, F.; Agama, J.; Mite, F.; Jiménez, J.; Loor, G.; Quiroz, J. 2009b. EET 544 y EET 558 nuevos clones de cacao nacional para la producción bajo riego en la Península de Santa Elena. Boletín divulgativo N 134. Estación Experimental Tropical "Pichilingue". Quevedo, Ecuador. 45 p.

Argout, X.; Salse, J.; Aury, J.M.; Guitinan, M.J.; Droc, G.; Gouzy, J.; Allegre, M.; Chaparro, C.; Legavre, T.; Maximova, S.N.; Abrouk, M.; Murat, F.; Fouet, O.; Poulain, J.; Ruiz, M.; Roguet, Y.; Rodier-Goud, M.; Barbosa-Neto, J.F.; Sabot, F.; Kudrna, D.; Ammiraju J.S.S.; Schuster, S.C.; Carlson, J.E.; Sallet, E.; Schiex, T.; Dievart, A.; Kramer, M.; Gelley, L.; Shi, Z.; Bérard, A.; Viot, C.; Boccara, M.; Risterucci, A.M.; Guignon, V.; Sabau, X.; Axtell, M.J.; Ma, Z.; Zhang, Y.; Brown, S.; Bourge, M.; Golsfer, W.; Song, X.; Clement, D.; Rivallan, R.; Tahí, M.; Akaza, J.M.; Pitollat, B.; Gramacho, K.; D'Hont, A.; Brunel, D.; Infante, D.; Kebe, I.; Costet, P.; Wing, R.; McCombie, W.R.; Guiderdoni, E.; Quetier, F.; Panaud, O.; Wincker, P.; Bocs, S.; Lanaud, C. 2011. The genome of *Theobroma cacao*. *Nature Genetics* 43(2): 101-109.

Ayala, M.; Navia, D. 2008. Manejo integrado de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) mediante el uso de fungicidas, combinado con labores culturales. CICYT -ESPOL. Guayaquil, Ecuador. 6 p.

Costa, G.G.L.; Cabrera, O.G.; Tiburcio, R.A.; Medrano, F.J.; Carazzolle, M.F.; Thomazella, D.P.T.; Schuster, S.C.; Carlson, J.E.; Guitinan, M.J.; Bailey, B.A.; Mieczkowski, P.; Pereira, G.A.G.; Meinhardt, L.W. 2012. The mitochondrial genome of *Moniliophthora roreri*, the frosty pod rot pathogen of cacao. *Fungal Biology* 116: 551-562.

Crespo Del Campo, E.; Crespo, F. 1997. Cultivo y beneficio del cacao CCN-51. Editorial El Conejo. Quito, Ecuador. 133 p.

Cruz, B.S. 1993. Determinación de fuentes de resistencia de cacao de origen nacional al ataque de *Monilia roreri* (Cif. & Par.). Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 101 p.

Debouck, D.; Ebert, A.; Peralta, E.; Barandiarán, M.; Ramírez, M. 2008. La importancia de la utilización de la diversidad genética vegetal en los programas de investigación agrícola en América Latina. Informe Especial Recursos Fitogenéticos. Recursos Naturales y Ambiente 53: 46-53.

Enríquez, G. 1987. Manual del cacao para agricultores. CATIE, ACRI, EUNED. San José, Costa Rica. 150 p.

Enríquez, G. 2003. El cultivo orgánico de cacao bajo el concepto de calidad total. Quito, Ecuador. 26 p.

Enríquez, G. 2004. Cacao Orgánico (Guía para productores ecuatorianos). Quito, Ecuador. 360 p.

Evans, H.C.; Holmes, K.A.; Reid, A.P. 2003. Phylogeny of the frosty pod rot pathogen of cocoa. *Plant Pathology* 52: 476-485.

Evans, H. C. 2007. Cacao diseases - the trilogy revisited. *Phytopathology* 97: 1640-1643.

FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros). 2004. Reconocimiento y control de la *Monilia* del cacao. Plegable 3. Colombia. 4 p.

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2003. Identificación y control de la moniliasis del cacao. Cortés, Honduras. 24 p.

González, K.; Ruiz J. 2009. Valoración económica y financiera de la sustitución de cultivos de cacao nacional *Theobroma cacao* L. por un tipo de clon de cacao denominado CCN-51. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 192 p.

- Grisales, S.; Afanador, L. 2007. Análisis de variabilidad genética en *Moniliophthora roreri* con AP – PCR y RAPD en Antioquia Colombia. Revista Colombiana de Biotecnología 9(2): 15-32.
- Hardy, F. 1961. Manual de cacao. Antonio Lehmann, San José, Costa Rica. 439 p.
- Hebbar, P. K. 2007. Cacao diseases: A global perspective from an industry point of view. Phytopathology 97: 1658-1663.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2006. Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el cultivo del cacao en el Perú / IICA. Lima, Perú. 73 p.
- Johnson, J.; Bonilla, J.; Aguero L. 2008. Manual de manejo y producción del cacaoero. Leon, Nicaragua. 40 p.
- Kendrick, B. 1992. The Fifth Kingdom. Second edition. Focus information Group, Ontario. 406 p.
- Krauss, U.; Hoopen, M.; Hidalgo, E.; Martínez, A.; Arroyo, C.; García, J.; Portuquez, A.; Sánchez V. 2003. Manejo integrado de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao (*Theobroma cacao*) en Talamanca, Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10: 37-38.
- MAG/IICA. 2001. Identificación de mercados y tecnología para productos agrícolas tradicionales de exportación. Quito, Ecuador. 45 p.
- Meléndez, L. 1993. Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia del hongo *Moniliophthora roreri* (Cif&Par). Evans *et al.* Bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (*Theobroma cacao* L). Tesis de Magister Scientiae en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Universidad de Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 98 p.
- Moreira, R.F.C. 2006. Estructura genética de populações de *Crinipellis pernicioso* e *Moniliophthora roreri* utilizando marcadores RAPD e SSR. Tese Eng. Agr. São Paulo, Brasil. Universidade Estadual Paulista. 117 p.
- Najar, T.; Thomas, S. 2001. El efecto de los microorganismos eficaces en la supresión del hongo *Moniliophthora roreri* bajo condición de laboratorio y campo con inoculación artificial. Tesis Ing. Agr. Guácimo, Costa Rica. Universidad Earth. 60 p.
- Navarro, M.; Mendoza, I. 2006. Cultivo del cacao en sistemas agroforestales. Guía técnica para promotores. Río San Juan, NI. 67 p.
- Phillips-Mora, W.; Castillo, J.; Krauss, U.; Rodríguez, E.; 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. 2006. La moniliasis del cacao: un enemigo que podemos y debemos vencer. En: Taller regional andino de aplicación tecnológica en el cultivo de cacao. Quevedo, Ecuador. p. 21-25.
- Phillips-Mora W.; Ortiz, C.F.; Aime, M.C. 2006a. Fifty years of frosty pod rot in Central America: Chronology of its spread and impact from Panamá to Mexico. In Proceedings 15th International Cocoa Research Conference [San José, Costa Rica, 9-14 October 2006]. Cocoa Producers' Alliance (COPAL) / CATIE. 11 p.
- Phillips-Mora, W.; Cawich, J.; Garnett, W.; Aime, M.C. 2006b. First report of frosty pod rot (moniliasis disease) caused by *Moniliophthora roreri* on cacao in Belize. Plant Pathology 55: 584.
- Phillips-Mora, W.; Coutino, A.; Ortiz, C.F.; López, A.P.; Hernández, J.; Aime, M.C. 2006c. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cacao in Mexico. Plant Pathology 55: 584.
- Phillips-Mora W.; Aime M.C.; Wilkinson M.J. 2007. Biodiversity and biogeography of the cacao (*Theobroma cacao*) pathogen *Moniliophthora roreri* in tropical America. Plant Pathology 56: 911-922.
- Porrás-Umaña, V.H. 1982. Epitología de la moniliasis (*Monilia roreri* Cif y Par.) del cacao y su relación con la producción del árbol en la zona de Matina. Tesis presentada para la obtención de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica. 47 p.
- PROAMAZONIA (Programa para el Desarrollo de la Amazonía). 2003. Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad. Lima, Perú. 208 p.
- Quiroz, J. 2006. Avances en la selección de clones de cacao nacional adaptadas a las condiciones ambientales de la península de Santa Elena. Memoria de reunión técnica. Guayas, Ecuador.
- Quiroz, V.J. 2002. Caracterización molecular y morfológica de genotipos superiores de cacao (*Theobroma cacao* L) de Ecuador. Tesis de Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica. Escuela de Posgrado CATIE. 111 p.
- Reuck, D. 1997. Monilia del cacao. ¿Una amenaza semejante a la escoba de bruja? Revista Café & Cacao: Noticias. 2(1): 1-2.
- Ríos-Ruiz, R.A. 2001. Melhoramento para resistência a doenças. Em: Dias, L.A.S. Melhoramento Genético do Cacaueiro. p. 289-324. Folha de Viçosa Ltda, Viçosa, Brasil.
- Rodríguez, E. 2006. Técnica de reducción de inóculo para controlar la Moniliasis del cacao en Santander. Revista Corpoica 4 (4): 68-78.
- Rorer, J.B. 1918. Enfermedades y plagas del cacao en el Ecuador y métodos apropiados al cultivo de cacao. Asociación de Agricultores, Guayaquil, Ecuador. 80 p.
- Sánchez, L.; Gamboa, E.; Rincón, J. 2003. Control químico y cultural de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) del cacao (*Theobroma cacao* L) en el estado Barinas. Revista Facultad de Agronomía (LUZ) 20: 188-194.
- Sánchez-Mora, F.; Garcés, F.R.; Vera, J.F.; Ramos, R.A.; Troya, F.; Díaz, T.G. 2011a. Cuantificación de enfermedades en mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona central del Litoral Ecuatoriano. In: Memorias del VIII Simposio Internacional de Recursos Genéticos para América Latina y El Caribe, Quito, Ecuador, 2011. CD.
- Sánchez-Mora, F.; Díaz, T.G.; Zambrano, J.F.; Ramos, R.A.; Vera, J.F.; Medina S.M. 2011b. Evaluación sanitaria y productiva de 94 genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca experimental la represa, Quevedo, Ecuador. In: Memorias del VIII Simposio Internacional de Recursos Genéticos para América Latina y El Caribe, Quito, Ecuador, CD.
- Solís, J.; Ruíz, P.; Zamarripa, A. 2009. Mejoramiento genético para resistencia, rendimiento y calidad agroindustrial del cacao (*Theobroma cacao* L.) en México. En: Memorias de la IV Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Saltillo, MX. 142 p.
- Suárez, C.; Delgado J. 1993. Moniliasis del cacao. Documento Técnico N°10. EET Pichilingue, INIAP. FUNDAGRO. Quito, Ecuador, 18 p.
- Suárez, L. 2006. Aislamiento e identificación de *Moniliophthora roreri* causante de la moniliasis en municipios del nororiente colombiano y ensayos preliminares para su control biológico. Revista Respuestas 11(1): 3-9.

- Tiburcio, R.A.; Costa, G.G.L.; Carazzolle, M.F.; Mondego, J.M.C.; Schuster, S.C.; Carlson J.E.; Gultinan M.J.; Bailey B.A.; Mieczkowski, P.; Meinhardt L.W.; Pereira G.A.G. 2010. Genes Acquired by Horizontal Transfer Are Potentially Involved in the Evolution of Phytopathogenicity in *Moniliophthora perniciosa* and *Moniliophthora roreri*, Two of the Major Pathogens of Cacao. *Journal of Molecular Evolution* 70(1): 85-97.
- Urdaneta G.L.M.; Delgado A.A.E. 2007. Identificación de la micobiota del filoplano del cacaotero (*Theobroma cacao* L.), en el municipio Carraciolo Parra Olmedo, estado Mérida, Venezuela. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)* 24(1): 47-68.
- Villavicencio M.; Jiménez M. 2010. Caracterización morfológica, fisiológica y patogénica de *Moniliophthora roreri* aislados de cinco provincias de la Costa Ecuatoriana. CICYT –ESPOL. Guayaquil, Ecuador. 10p.