

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA DE GERMOPLASMA DE CACAO A
MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*)**

POR:

CINTHIA MILADY CRUZ CHAVARRIA

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO 2016

EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA DE GERMOPLASMA DE CACAO A
MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*)

POR:

CINTHIA MILADY CRUZ CHAVARRIA

MARIO EDGARDO TALAVERA, M.Sc

ASESOR PRINCIPAL

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

JUNIO 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

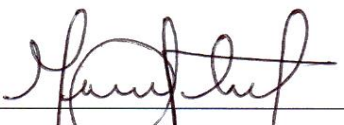
Reunidos en el Departamento Académico de Producción Vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura: **M. Sc. MARIO EDGARDO TALAVERA**, **M. Sc. ESMELYM OBED PADILLA** **M. Sc. ADÁN ALVARADO RAMÍREZ**. Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

La estudiante **CINTHIA MILADY CRUZ CHAVARRÍA** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

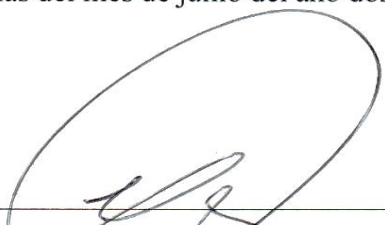
“EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA DE GERMOPLASMA DE CACAO A MONILIASIS (*Moniliophthora roreri*)”

El cual, a criterio de los examinadores, Aprobo este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

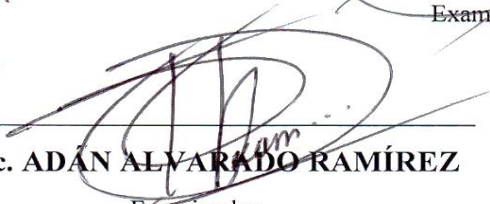
Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los veintidós días del mes de junio del año dos mil dieciséis.



M. Sc. MARIO EDGARDO TALAVERA
Consejero Principal



M. Sc. ESMELYM OBED PADILLA
Examinador



M. Sc. ADÁN ALVARADO RAMÍREZ
Examinador

DEDICATORIA

A **DIOS** mi respuesta en la necesidad, mi refugio en la tormenta, mi consuelo en la tristeza, mi fortaleza en la debilidad.

A **Jorge Martell Cruz** y **Cándida Neris Chavarría** los mejores padres del mundo, por su apoyo incondicional, por la confianza depositada, por ser un excelente ejemplo de sacrificio y esfuerzo para mí, ustedes me inspiran a ser mejor y me dan la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mis hermanos **Aldo, Alexis, Moisés, Rony, Reynieri, Franklin, Jorge, Erwin** y **Hellen Cruz Chavarría**, la vida ha sido generosa conmigo al regalarme hermanos como ustedes, con los que he vivido tantas cosas. Pero esto solo hace más fuerte el lazo que nos mantiene unidos.

A mis **SOBRINOS** a los pequeñines, por ser una bendición en la familia, por alegrar nuestros días con sus ocurrencias y sonrisas.

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** por brindarme esas ganas de seguir avanzando, atravesando cada obstáculo. Por mostrarme el bien en medio de tanto mal y por estar en todo momento siempre presente.

A mis **PADRES** les debo el hecho de pertenecer a esta vida, pero también estoy eternamente agradecida porque si no me hubieran apoyado de la forma que siempre lo han hecho y darme lo mejor para que sea una persona lograda en la vida hoy no sería quien soy.

A mis **HERMANOS** no tengo palabras para expresar lo maravilloso que es sentirse querida y apoyada por mis ustedes en todos los grandes y pequeños momentos de mi vida. A pesar de las adversidades nos une algo mucho más fuerte: la sangre.

A **Wilmer Escobar** por su amistad incondicional, por siempre creer en mí, por los amenos momentos vividos, por levantar mis ánimos en los días grises y apoyarme sin importar las circunstancias.

A mis compañeros de lucha **Mélida Cruz, Allan Cortés, Israel Corrales, Kevin Colindres, Allan Cruz y Pedro Chinchilla**, aunque nos hemos equivocado en el camino y hubo ocasiones en que nos recriminamos nuestras actitudes, siempre nos unió nuestro sueño de ser ingenieros. Gracias colegas por su amistad.

A mis asesores **Mario Edgardo Talavera, M.Sc, Adán Alvarado Ramírez, M.Sc, Esmelym Obed Padilla, M.Sc y Marlon López, M.Sc** por su valiosa colaboración en la realización de mi trabajo de investigación.

A la **Fundación Hondureña de Investigación Agrícola** por brindarme la oportunidad de ampliar mis conocimientos. Como también a **PROCACAO** y a la **Cooperación Suiza** por facilitar los recursos necesarios para realizar con éxito esta investigación.

A la **Universidad Nacional de Agricultura** por la oportunidad de formarme como profesional de las ciencias agrícolas, por acogerme durante estos cuatro años convirtiéndose en mi segundo hogar, **MI ALMA MATER** portaré con orgullo tu nombre.

CONTENIDO

	pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO	v
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 General.....	2
2.2 Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Origen e historia del cacao.....	3
3.2 Taxonomía y descripción del cacao	4
3.3 Requerimientos edafoclimáticos.....	6
3.4 Cultivares de cacao	7
3.5 Importancia económica del cacao en Honduras	10
3.6 La Moniliasis (<i>M. roreri</i>) del cacao	11
3.6.1 Impacto de la Moniliasis	12

3.6.2 Origen y distribución geográfica de la enfermedad	14
3.6.3 Hospederos	15
3.6.4 Morfología del hongo.....	15
3.6.5 Ciclo de vida.....	16
3.6.6 Sintomatología	18
3.6.7 Epifitiología.....	21
3.6.8 Manejo de la enfermedad	22
3.7 Patosistema cacao- moniliasis.....	28
3.8 Clones que presentan resistencia a moniliasis	29
IV. MATERIALES Y MÉTODO.....	35
4.1 Descripción del sitio	35
4.2 Materiales y equipo.....	36
4.3 Tratamientos y arreglo espacial	37
4.4 Metodología	37
4.4.1 Preparación del inóculo.....	37
4.4.2 Aislamiento del hongo	38
4.4.3 Preparación de la suspensión de conidias	39
4.4.4 Inoculación en campo.....	40
4.5 Variables evaluadas	41
4.5.1 Incidencia	41
4.5.2 Severidad.....	41
4.6 Análisis de datos	42
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
5.1 Incidencia externa de <i>M. roreri</i>	44
5.2 Incidencia interna de <i>M. roreri</i>	46
5.3 Severidad externa de <i>M. roreri</i>	47
5.4 Severidad interna y clasificación	49
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES	56

VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS	69

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Datos climáticos semanales octubre 2015 a febrero 2016	36
Cuadro 2. Número de conidias por cuadrante por lectura.....	39
Cuadro 3. Escala para la evaluación de la severidad externa del fruto	42
Cuadro 4. Escala para la evaluación de la severidad interna del fruto.....	42
Cuadro 5. Escala para la selección de los clones (Phillips-Mora 2005)	43
Cuadro 6. Incidencia externa expresada en cada clon evaluado	45
Cuadro 7. Incidencia interna expresada en cada clon evaluado.....	47
Cuadro 8. Severidad externa expresada en los clones evaluados.....	48
Cuadro 9. Severidad interna con la respectiva clasificación de los clones	50
Cuadro 10. Incidencia y severidad de los clones resistentes (R) y moderadamente resistentes (MR)	52
Cuadro 11. Severidad interna obtenida por cada clon en cada episodio de inoculación.....	53
Cuadro 12. Severidad interna obtenida en cada clon en cada episodio de inoculación (cont...).....	54

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Formas de los frutos de cacao (Phillips-Mora <i>et al.</i> 2012).	5
Figura 2. Frutos de cacao criollo.	8
Figura 3. Frutos de cacao Forastero.	9
Figura 4. Frutos de cacao del grupo Trinitario.	9
Figura 5. Esporas de <i>M. roleri</i> formando cadenas.....	16
Figura 6. Ciclo de vida de la Moniliasis.....	17
Figura 7. Síntomas observados en frutos jóvenes.	19
Figura 8. Síntomas externos observados en las diferentes etapas de infección del hongo..	20
Figura 9. Síntomas internos observados en las mazorcas afectadas.....	20
Figura 10. Ubicación de CEDEC-JAS	35

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Ubicación de los lotes experimentales en CEDEC-JAS.....	70
Anexo 2. Preparación del medio de cultivo	70
Anexo 3. Aislamiento del hongo.....	73
Anexo 4. Preparación de la suspensión de conidias.....	75
Anexo 5. Inoculación en campo	77
Anexo 6. Resumen de las variables evaluadas	79
Anexo 7. Síntomas externos e internos observados en clones que presentaron resistencia.	80
Anexo 8. Síntomas externos e internos de clones moderadamente resistentes	82
Anexo 9. Síntomas externos e internos de clones moderadamente susceptibles	83
Anexo 10. Síntomas externos e internos de clones susceptibles.....	84

Cruz Chavarría, CM. 2016. Evaluación de la tolerancia de germoplasma de cacao a moniliasis (*Moniliophthora roreri*). Tesis Ing. Agrónomo. Catacamas, Olancho, HN, Universidad Nacional de Agricultura. 97 p

RESUMEN

Se evaluó la tolerancia de 50 clones de cacao a *Moniliophthora roreri* mediante inoculación artificial, con un rango de 10-48 frutos evaluados por clon. La producción del inóculo se realizó en el laboratorio de fitopatología de FHIA. Se implantó una sección de tejido sintomático de moniliasis por cada caja petri que contenía medio de cultivo (Agar Agar, carbonato de calcio, jugo V8, jugo producto de la cocción de frutos jóvenes de cacao). El hongo se cosechó 21-27 días después y se procedió a realizar la inoculación de los frutos seleccionados en campo. Se usó un promedio de concentración en la solución de 1, 571,764 conidias/ml. La evaluación y clasificación de los clones se realizó ocho semanas después. En la incidencia se destacaron los clones FHIA-359, FHIA-580, CATIE-R32, FHIA-269, CATIE-R85 y FHIA-485 con valores menores a 10 %. De acuerdo con la severidad interna 33 de los clones evaluados presentaron resistencia a moniliasis entre los cuales sobresalen: FHIA-269, CATIE-R85, CATIE-R7, FHIA-687, CATIE-R27, CAUCASIA-39 y FHIA-580. Los clones CAUCASIA-43, FHIA-715, CATIE-R48, FHIA-577, FHIA-621, FHIA-169, CAUCASIA-37 y FHIA-74 presentaron moderada resistencia. No se observó una relación clara entre la temperatura y la precipitación respecto a la severidad interna presentada por los clones en cada episodio de inoculación.

Palabras claves: clones de cacao, *Moniliophthora roreri*, resistencia.

I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie perenne ampliamente cultivada en América, Asia y África del cual se extraen los granos que son el componente principal de la cocoa y el chocolate (Hernández *et al.* 2009). En Honduras, el cacao se cultiva en aproximadamente 4,463 hectáreas siendo para muchas familias hondureñas una fuente de ingresos y empleo, contribuyendo a mejorar el nivel de vida principalmente en el área rural. En este sentido, aproximadamente el 90 % de la producción está en manos de pequeños productores.

Uno de los problemas más graves que han enfrentado los productores en los últimos años es la presencia de la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, la cual se detectó por primera vez en 1997. Su aparición coincidió con la llegada a territorio hondureño del huracán Mitch en 1998, este devastó toda la zona productora de cacao, agravando los problemas de moniliasis. Como consecuencia, la producción nacional disminuyó notablemente ya que la moniliasis ataca el fruto de diferentes edades, causando más del 90% de pérdida de las cosechas bajo condiciones favorables (FHIA 2012, Hernández *et al.* 2009).

El control genético en esta enfermedad complementado con prácticas culturales es considerado la mejor alternativa ya que se reducen los costos de producción. Desde el 2002, la FHIA ha venido realizando evaluaciones con el fin de encontrar clones con la menor susceptibilidad a este patógeno sin comprometer el rendimiento y calidad del cacao. Debido a lo anteriormente expuesto, la presente investigación se llevó a cabo en el CEDEC-JAS bajo la supervisión de dicha institución como avance en la evaluación de la resistencia o tolerancia genética de clones de cacao a *M. roreri* mediante inoculación artificial.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar la resistencia genética de clones de cacao a *Moniliophthora roreri*.

2.2 Específicos

Determinar la resistencia genética de 13 clones promisorios de cacao con características de fineza al ataque de *Moniliophthora roreri*.

Complementar la evaluación de la reacción a *Moniliophthora roreri* de 37 clones de cacao estudiados durante 2012-2014.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen e historia del cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L) es una planta originaria de los trópicos húmedos de América, su centro de origen se cree que estaría situado en el noroeste de América del sur, en la zona amazónica, área donde se ha encontrado la mayor variabilidad de especies (Enríquez 1985, Enríquez 1987).

El conocimiento del cacao como cultivo en Honduras se remonta a la antigua civilización Maya, quienes empezaron a cultivarlo hace más de 2000 años en las tierras bañadas por el río Copan. Además existe evidencia científica que muestra que hace unos 1100 años A.C ya se consumía una bebida a base de granos de cacao en el valle de Sula (Dubón y Sánchez 2011). En la cultura Maya se le daba un gran valor a sus semillas, que se utilizaban como moneda y gracias a sus cualidades nutritivas, como alimento. La cultura Azteca continuó con esta tradición, elaborando con las semillas de cacao el “xocoatl”, una bebida de fuerte sabor que producía una gran energía y vitalidad. Consideraban al cacao como un don divino y un alimento de los dioses, y reservaban su consumo a personas de alta posición social (Cruz 2012).

En 1502, durante su cuarto viaje, Cristóbal Colón personalizó el primer encuentro de un europeo con el cacao. Sin embargo, la bebida amarga no pareció gustarle demasiado. No fue hasta unos cuantos años más tarde, en 1528, que el conquistador español Hernán Cortés trajo el oro marrón, y probablemente también la receta de la exótica bebida a Europa. En la corte española se le añadió azúcar o miel a la bebida, que pasó a llamarse chocolate (Cruz 2012).

3.2 Taxonomía y descripción del cacao

El cacao pertenece a la familia Malvaceae del orden Malvales, género *Theobroma*, especie *cacao* (Alverson *et al.* citados por Chacón 2009). El árbol de cacao alcanza alturas de 8 a 10 metros dependiendo de las condiciones ambientales de crecimiento, alcanzando su máximo desarrollo a la edad de 10 años (Braudeau 1970, IICA 1987). La planta proveniente de una semilla posee raíz pivotante puede alcanzar dos metros, el tallo crece de forma ortotrópica pasado un año se forma un verticilo (Enríquez y Paredes 1983, Cerrón 2012). Contrario a las plantas provenientes de un sistema clonal, estas no tienen raíz principal como también no muestra un tallo único predominando el crecimiento de ramas laterales (Enríquez 1985, ECORAE 2001). En ambos casos las raíces secundarias se encuentran inmediatamente por debajo del sitio de la unión del tallo con la raíz, el 85-90 % se distribuyen en los primeros 15-25 cm de profundidad del suelo (ECORAE 2001). Respecto a la hoja, la lámina es simple, de forma que va desde lanceolada a casi ovalada (Batista 2009). El tamaño de esta varía según los caracteres genéticos de cada cultivar de cacao y de su posición en el árbol, las hojas del interior reciben menos luz por lo que son más grandes que las de la periferia (Hardy 1961).

El cacao es cauliflor, es decir, florece en las partes viejas o troncos maduros en pequeños grupos de flores formando ligeras prominencias que reciben de nombre de cojines florales. El número de flores por cojín varía dependiendo del genotipo y del sistema del cultivo. La flor del cacao es pequeña generalmente mide de 1 a 2 cm de diámetro, hermafrodita, pentámera, con ovario súpero, sostenidas por pequeños pedicelos. Las primeras flores generalmente aparecen pasados los tres años de vida. (Enríquez y Paredes 1983). Las inflorescencias están localizadas en la base de las hojas en la zona de la cicatriz y yema axilar que deja una hoja (Johnson *et al.* 2008).

La apertura de la flor se inicia a partir de las cinco de la tarde aproximadamente, una vez abiertas, solo tiene 48 horas de viabilidad o receptividad del polen (Isla y Andrade 2009). La polinización es básicamente entomófila debido a que el polen es pegajoso y no se mueve fácilmente con el viento o la lluvia, generalmente es realizada por mosquitas del género

Forcipomya ssp. Las flores que no han sido fertilizadas caen al segundo o tercer día. Por la frecuente autoincompatibilidad de un gran número de las flores debido a su estructura, menos del 5 % de las mismas son fecundadas y llegan a dar fruto (León 2000, Córdoba *et al.* 2013).

Con el fin de aumentar la producción de mazorcas por árbol se ha implementado la técnica de polinización artificial con la que se obtiene un incremento tres o cuatro veces mayor que la polinización natural (Albán 2008, INTA 2010). Albán (2008) obtuvo un incremento en la producción de mazorcas del 73 % en los árboles polinizados artificialmente frente a los resultados obtenidos en arboles con un 23 % sin polinización manual.

El fruto de cacao es una baya normalmente conocido como mazorca. El tamaño y la forma de los frutos varían ampliamente dependiendo de sus características genéticas, el medio ambiente donde crece y se desarrolla el árbol, así como el manejo en la plantación. Las mazorcas de cacao por sus formas están clasificadas como: Amelonado, Calabacillo, Angoleta y Cundeamor (figura 1), variando según el tipo o la especie (Batista 2009).



Figura 1. Formas de los frutos de cacao (Phillips-Mora *et al.* 2012).

El tiempo de desarrollo del fruto entre los genotipos varía entre 150 y 210 días, también es afectada por el estado del medio ambiente, entre más húmedo y cálido el tiempo más rápido

madura el fruto (Johnson *et al.* 2008). Generalmente estos contienen entre 20 o 40 semillas, planas o redondeadas ubicadas en hileras. La pulpa puede ser blanca, rosada o café, olorosa y con sabor variado entre ácido y dulce (Navarro y Mendoza 2006).

3.3 Requerimientos edafoclimáticos

Entre los requerimientos más importantes para el cultivo de cacao, la temperatura y la lluvia son factores críticos ya que pueden limitar su crecimiento y rendimiento, así mismo el viento fuerte, la luz o radiación solar, la humedad relativa y las condiciones del suelo (Enríquez 1987).

Una temperatura de 21 °C se considera como el límite medio anual debido a que a una temperatura menor casi no hay formación de flores, en cambio cuando alcanza los 25 °C se forman normal y abundantemente (Enríquez 1987). De la misma forma, las variaciones de mayores a 9 °C entre el día y la noche afectan la polinización y la formación de los frutos (Rojas y Sacristán 2013). El cacao es muy sensible a la deficiencia hídrica por lo que requiere de una precipitación anual de 1800 a 2500 mm adecuadamente distribuida ya que el exceso de agua provoca la asfixia y muerte de las raíces (IICA 1985, Dubón y Sánchez 2011).

Los vientos persistentes por más de 15 km por hora pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas como también daños mecánicos al árbol. Por ello en las zonas costeras donde los vientos son frecuentes y persistentes, las cortinas rompevientos son recomendables. Estas suelen estar formadas por distintas especies arbóreas preferiblemente las que puedan tener otra utilidad como frutales y productoras de madera fina (IICA 1985, Enríquez 1987).

El cacao es considerado un cultivo umbrófilo (planta que requiere sombra). En la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras especies para sombra, debido a que las plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares manifestándose en quemaduras foliares e inhibición de la floración.

(Ministerio de Agricultura Perú 2012). Para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50 % del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50 % del total de luz los aumenta. Se recomienda un manejo adecuado de la sombra ya que el exceso reduce la fotosíntesis y se crean las condiciones para el desarrollo de ciertas enfermedades tales como mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), moniliasis (*M. rozeri*) e insectos plagas como Trips (Gonzales 2008).

El cacao para su adecuado desarrollo requiere de suelos no inundables, fértiles, ricos en materia orgánica, profundos, con buen drenaje y pH entre 4.5 a 6.5. Se adapta a suelos desde franco arenosos hasta arcillosos. El subsuelo debe ser permeable y de fácil penetración para la raíz pivotante. Tolera períodos cortos de inundación, siempre y cuando tenga buen drenaje interno (Cerrón 2012).

3.4 Cultivares de cacao

Honduras es considerado como uno de los pocos países privilegiados del mundo en contar con cultivares superiores tipo trinitarios, así como materiales criollos nativos que conservan su pureza genética, por el hecho de estar aislados y por la interacción genotipo-ambiente que les confiere un aroma y sabor especial, que es apetecido por las firmas chocolateras más prestigiosas del mundo (Dubón y Sánchez 2011).

1) Cacao criollo

Se considera que fue domesticado por las culturas prehispánica Olmecas y Mayas, teniendo su centro de dispersión por el sur de México, Centroamérica, parte de Colombia y Venezuela. En el occidente de honduras se ha logrado encontrar cacao tipo criollo genéticamente puro. En base a muestras realizadas se estima que existen alrededor de 300 árboles criollos en áreas actualmente no cacaoteras del país (Dubón y Sánchez 2011).

Se caracteriza por ser árboles de bajo rendimiento y con mayor susceptibilidad a enfermedades (Johnson *et al.* 2008). Los frutos son de cáscara suave de un color verde hasta rojo con semillas redondas, de color blanco a violeta, dulces y de sabor agradable. La superficie de este posee diez surcos longitudinales marcados, cinco de los cuales son más profundos que los que alternan con ellos. Los lomos son prominentes, verrugosos e irregulares (Figura 2) (ANACAFE 2004).



Figura 2. Frutos de cacao criollo.

Los criollos proporcionan lo que comercialmente se designa como cacao fino. Se trata de un cacao muy aromático, que no presenta más que un ligero amargor y que es utilizado en chocolatería para la fabricación de productos de lujo (Braudeau 1970).

2) Cacao Forastero

El principal centro de origen del cacao forastero se limita a la zona de América del sur y es el más cultivado tanto en África como en Brasil (Miguel *et al.* 2011). Debido a su mayor resistencia a plagas y enfermedades esta variedad representa el 80 % de la producción mundial (Ogata 2007, Paredes 2009). Se caracteriza por tener frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa (Figura 3) y de granos aplanados de color morado y sabor amargo (ANACAFE 2004).



Figura 3. Frutos de cacao Forastero.

3) Cacao Trinitario

Es el resultado del cruce entre el cacao de tipo Criollo de Trinidad y Forastero multiplicado en la cuenca del río Orinoco (Paredes 2009). La notable variabilidad que se manifiesta en la forma de los frutos, el color de las semillas y en que frecuentemente no hay correspondencia entre ambos caracteres, hace que la variedad trinitario sea muy relativa. Es común encontrar frutos alargados y de surcos pronunciados que presentan semillas púrpuras y frutos redondeados con semillas blancas, incluso pueden encontrarse los dos colores en el mismo fruto o distintas tonalidades que van desde el blanco hasta el púrpura (Figura 4) (Ogata 2007).



Figura 4. Frutos de cacao del grupo Trinitario.

Es más resistente y productivo que el cacao criollo pero de inferior calidad. Es producido en Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago, Colombia, Venezuela y América Central. Esta variedad abastece del 10 al 15 % de la producción mundial y sus frutos presentan sabor a cacao de medio a alto, usualmente con sabor a frutas y nueces (Paredes 2009).

3.5 Importancia económica del cacao en Honduras

El cacao constituye una fuente importante de ingresos familiares para unas 3,000 familias de hondureños de pequeños y medianos productores debido a la versatilidad de las distintas labores realizadas con el manejo del cultivo y post cosecha del grano (Alvarado 2006). Se estima que hay alrededor de 3,400 personas dedicadas a este cultivo, de los cuales 2,200 productores (as) tienen cacao en producción, mientras que los 1,200 restantes tienen áreas nuevas de cultivo (no están en edad productiva) (Ying *et al.* 2013). Las áreas productivas se ubican en los departamentos de Atlántida, Cortés, Gracias a Dios, Santa Bárbara y Yoro, así mismo hay plantaciones nuevas en los departamentos de Olancho y Copán (Escobedo 2012).

Como fuente de ingresos, una familia de cinco miembros puede atenderse y mantenerse económicamente con una plantación de 2.8 ha con rendimiento promedio de 28 quintales que generan ingresos de L. 4,900 por ha (Alvarado 2006). El precio promedio que reciben los productores y productoras en las organizaciones es de 20 lempiras/libra, lo que equivale a 44 lempiras/Kg de cacao seco. Con estos datos se puede estimar que el ingreso promedio por hectárea es de 15,858 lempiras/año (equivalente a US\$839.5), lo que da un margen de ganancia del 60.65 % al productor (Escobedo 2012).

Además, este cultivo es fuente potencial de empleo principalmente del tipo rural no calificado, donde no existen otras alternativas de ocupación. A diferencia de otros productos agrícolas, el cacao se produce todo el año y da trabajo a diferentes miembros de la familia (Alvarado 2006). Las fincas de cacao absorben 1,260 empleos anuales, calculados en base al equivalente de empleos permanentes. En promedio se estima que una hectárea ocupa 0.9

empleos permanentes (Mejía y Canales 2010). Según la Asociación de Productores de Cacao de Honduras (APROCACAO) la producción en el 2014 ascendió a 1,400 toneladas generando al país 5 millones de dólares en divisas (La Tribuna 2014). Actualmente el área de producción del cacao en el país es de 4,463 hectáreas (La Tribuna 2015).

Una característica muy importante a resaltar de este cultivo es en torno al Medio Ambiente y Hábitat, ya que al manejarse bajo la sombra de otros árboles provoca la protección de los suelos, mejoramiento de los mismos por la materia orgánica que se deposita y crea el ambiente necesario para que especies animales puedan desarrollarse con toda facilidad. Las plantaciones de cacao son sitios con alta capacidad de captura de dióxido de carbono (CO₂) y liberación de oxígeno (O₂) contribuyendo a la preservación del componente boscoso (Llach *et al.* 2007)

3.6 La Moniliasis (*M. roreri*) del cacao

Las enfermedades son el factor biótico de mayor impacto para la producción de cacao en Latinoamérica y el mundo. En Centroamérica, la moniliasis (causada por el hongo *M. roreri*) es la enfermedad más dañina. Puede causar pérdidas de hasta el 90 % de los frutos de cacao, y ha sido la causa del abandono de muchos cacaotales. Le sigue en importancia la mazorca negra, causada por organismos del género *Phytophthora*, estos puede atacar diferentes partes de la planta de cacao pero, al igual que la moniliasis, su mayor impacto se da en los frutos, que son el órgano de interés comercial por contener las semillas con que se hace el chocolate (Phillips-Mora y Cerda 2009).

La Moniliasis también conocida como pudrición acuosa, helada y enfermedad de Quevedo, es una enfermedad fúngica severa que ataca únicamente el fruto (Jaimes y Aránzazu 2010, FHIA 2012). Cifferi y Parodi (1933) clasificaron al agente causal como un hongo imperfecto de la clase Deuteromicete, orden Moniliales, género *Monilia* y especie *roreri* (López *et al.* 2006). Evans *et al.* (1978) encontraron una septa doliporo en el micelio vegetativo indicando afinidad con la clase Basidiomycetes, por consiguiente redescubrieron el hongo proponiendo

el género *Moniliophthora*. Actualmente se sugiere la inclusión del hongo en la especie *Crinipellis roreri*, var. *roreri* (Evans *et al.* citados por FHIA 2012).

Reino: Fungi

Filum: Basidiomycota

Clase: Basidiomycetes,

Subclase: Agaricomycetidae,

Orden: Agaricales

Familia: Tricholomataceae

Género: *Moniliophthora*

Especie: *M. roreri* (Jaimes y Aránzazu 2010).

Phillips- Mora *et al.* (2007), analizaron los perfiles AFLP y ASSR de 94 aislados de Centro y Sur América, clasificando la diversidad de *M. roreri* en cinco grupos genéticos. El grupo Bolívar (diseminado en el norte de Santander en Colombia, el oriente de Venezuela y los márgenes de Ecuador y Perú) y el grupo Co-occidental (en el lado occidental de Colombia, el centro de Ecuador y Centroamérica). Los otros tres son endémicos, el grupo Gileri (al noroeste de Ecuador) y los grupos Co-este y Co central (Colombia).

3.6.1 Impacto de la Moniliasis

Esta es una enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, la cual ocasiona pérdidas en rendimiento, de acuerdo con las condiciones ambientales, el manejo del cultivo, las medidas de control que se apliquen y las variedades cultivadas. En plantaciones ubicadas en zonas húmedas, con poca tecnificación y sin control, frecuentemente se observan pérdidas superiores al 90 % (Ramírez 2008). En un contexto global, la pérdida anual actual por la enfermedad es mínima, pero el peligro potencial presentado por la enfermedad es alto. Al comparar *M. roreri* con otros patógenos importantes en cacao en términos de impacto económico durante una epidemia, este patógeno ha sido reportado dos veces más destructivo

que *Phytophthora* spp, más peligroso y difícil de controlar en comparación a *Moniliophthora perniciosa* (Phillips-Mora y Wilkinson 2007).

Según datos del Instituto Colombiano Agropecuario, la moniliasis ocasionó en 2013 la pérdida del 40 % de la producción de cacao en Colombia, equivalente a 33 millones de dólares; disminuyó en 22 % las exportaciones ecuatorianas del fruto el mismo año y causó en 2005 el abandono de 16,500 hectáreas de cacaotales en Perú, con lo que ese país dejó su sitio entre los principales exportadores de chocolate del mundo. En Bolivia, tras casi cinco años de su primera aparición en el norte paceño, el hongo *M. roreri* afecta ya al 65 % de las plantaciones de cacao de Alto Beni, principal productor del país, causando la reducción del 80 % de las exportaciones bolivianas (Agrodiario 2015).

La producción de cacao en la región centroamericana ha disminuido en las últimas décadas producto de la llegada de la Moniliasis que apareció primero en Costa Rica (1979), desde donde se extendió a los demás países llegando hasta México en el 2004, donde se calcula que está causando pérdidas que sobrepasan el 50 % de las cosechas. Se calcula que la producción anual de Centroamérica no sobrepasa las 12,000 TM cuando se sabe que tiene la capacidad de superar las 30,000 TM (Dubón y Sánchez 2011).

Costa Rica fue el principal productor de cacao en Centroamérica, llegando a tener una producción de 10,000 TM y 20,000 ha cultivadas, pero esta producción decayó drásticamente a partir de 1979 cuando hizo su aparición la moniliasis en la zona atlántica del país, donde se concentraba el área cacaotera. Como consecuencia de la enfermedad, la producción se redujo a menos de 500 TM, actualmente es de 700 TM con un área de 4,660 ha (Dubón y Sánchez 2011, La Nación 2013).

En Honduras, los rendimientos bajaron drásticamente debido a la llegada de la enfermedad en 1997 coincidiendo con el paso del huracán Mitch (1998), el cual devastó toda la zona productora de cacao y contribuyó a la diseminación del patógeno. El impacto fue tal que de 5,500 TM de grano que se produjeron en 1997, se pasó a una producción de 2,200 TM (40

%) en 1998, la que siguió descendiendo a partir del año 2000. Como consecuencia de esta enfermedad, la producción se redujo a 1,000 TM en el 2011, esto unido a los bajos precios del mercado, hizo que muchos agricultores abandonaran las plantaciones o las eliminaran para dedicar el terreno a otros cultivos (FHIA 2012). En el año 2002, el 70 % de los cacaotales en el país estaban infectados de la enfermedad causando pérdidas de más del 60 % de la cosecha, lo que equivale a 50 millones de lempiras en grano procesado (FHIA 2002).

3.6.2 Origen y distribución geográfica de la enfermedad

La Moniliasis del cacao fue descrita por primera vez en Ecuador en el año 1916, por J. B. Rorer. La región de Quevedo en Ecuador, Sur América, fue considerada por casi cien años como el centro de origen de esta enfermedad (FHIA 2012). En 2005, Aime y Phillips-Mora, consideraron que la Moniliasis del cacao tuvo su origen en 1817 en el departamento de Santander (Colombia) y en Antioquia se registró en 1851 (Correa *et al.* 2014). Además, Phillips-Mora y Wilkinson (2007), encontraron reportes de la enfermedad en 1832, 1850 y 1956 para Norte de Santander y en 1881, 1916 y 1949 para Antioquia (Jaimes y Aránzazu 2010).

La enfermedad se encuentra en todos los países cacaoteros de Suramérica, hasta el 2012 sólo Brasil no reporta la presencia de este patógeno afectando sus plantaciones (FHIA 2012). En 1941, la enfermedad fue reportada en la región de Zulia, Venezuela, 9 años después en Huanuco, Cajamarca, Perú y en 1959 en Panamá, que se considera el punto inicial para la propagación en Mesoamérica: Costa Rica (1978), Nicaragua (1980), Honduras (1997), Guatemala (2002), Belice (2004) y México (2005) (Phillips-Mora *et al.* citados por Correa *et al.* 2014).

En Honduras fue reportada por primera vez en los meses de marzo y abril de 1997, por CONADES (Centro para la Conservación de la Naturaleza y el Desarrollo). Las inspecciones realizadas en los cacaotales a lo largo del río Coco desde Raiti en la parte alta hasta Waspam cerca al mar Caribe, determinaron que estaban infectados de Moniliasis. Según lo

supervisado por CONADES la enfermedad se encontraba en la parte alta del río desde hace más de un año, por lo que se estimó que las crecidas del río ocasionadas por el huracán Cesar en septiembre de 1996 favoreció su diseminación (Porras y Enríquez 1998).

3.6.3 Hospederos

M. roreri ha sido reportada solamente en las especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania* causando la pudrición externa e interna de los frutos (Evan *et al.* citados por Avelino 2011). Rorer en 1918 reportó el ataque de frutos de *T. bicolor* y *H. balaensis* en Ecuador. Baker *et al.* (1954) reportaron infecciones en *T. gireli*. Además, Evans (1981) reportó infecciones de *M. roreri* en *T. mammosum*, *T. simiarum*, *T. sylvestre*, *T. angustifolium*, *H. nítida*, *H. pulcherrima*. Posteriormente, Enríquez y Soria (1981) identificaron el patógeno en *T. grandiflora* y *H. purpurea* (Cuhn citado por Jaimes y Aránzazu 2010).

3.6.4 Morfología del hongo

Según identificaciones morfológicas realizadas por Hernández (2014), el hongo presenta hifas hialinas y septadas, conidias globosas, subglobosas y elípticas que forman cadenas de 4 a 10 esporas que miden 5.0 a 15.1 μm de largo y 4.9 a 10.3 μm de ancho (Figura 5). López *et al.* (2006), señalan que los conidióforos son más o menos verticales, ligeramente ramificados y ocasionalmente ramificados y erectos. Algunas veces trifurcados, hialinos, pluriseptados con una constricción en la septa y miden de 9 a 50 μm de longitud.



Figura 5. Esporas de *M. roreri* formando cadenas.

3.6.5 Ciclo de vida

La duración del ciclo de vida depende de la variedad del cacao y de las condiciones ambientales, este es más corto en climas calientes y húmedos que en climas frescos (Phillips-Mora y Cerda 2009). Se estima una duración promedio de 68 a 74 días (Figura 6) (Rodríguez *et al.* citados por Arbeláez 2010).

El ciclo comienza con la estación seca, época en la que se encuentran la mayor cantidad de esporas disponibles en el ambiente. Sin embargo, para que inicie la infección es necesario que existan condiciones de humedad (Jaimes y Aránzazu 2010). Aun no se conoce su estado perfecto (sexual) por lo que se cree que su reproducción se realiza asexualmente por conidios. Estas son las únicas estructuras conocidas capaces de causar infección, siendo diseminados por el viento, la lluvia, los insectos y el movimiento de los frutos esporulando durante la labor de cosecha (Porrás y Sánchez 1991, López *et al.* 2006).

El origen de los conidios para desarrollar una nueva infección define dos ciclos de vida del hongo: primario y secundario. En el primer caso, el inóculo llega a una mazorca sana procedente de un fruto con infección reciente sobre el cual se ha desarrollado un estroma

esporulante. En el segundo caso, las esporas proceden de frutos infectados y momificados en ciclos anteriores que permanecen en el árbol durante mucho tiempo (Ramírez 2013).

Los conidios germinan en ambientes con humedad relativa de 85 % y a temperaturas superiores a 24 °C, en un lapso de seis a ocho horas, seguido por la penetración en la epidermis (Porras y Sánchez 1991, Merchán citado por Correa *et al.* 2014). Suarez (1980) describe que la penetración se realiza mediante uno a cinco tubos germinativos que se extienden sobre la epidermis y producen hifas de infección (López *et al.* 2006). Evans *et al.* (1978) encontraron que ocho horas después de la penetración, el micelio crece intercelularmente entre las células del parénquima (Barros citado por Tazelaar 1991, David 1989)

El periodo desde el inicio de la infección a la aparición de los primeros síntomas varía según la edad del fruto atacado, este es más susceptible en sus primeras etapas de desarrollo (1-3 meses) y progresivamente se hacen más resistentes a medida que avanza su crecimiento (López *et al.* 2006, FHIA 2012, López *et al.* 2015).



Figura 6. Ciclo de vida de la Moniliasis.

3.6.6 Sintomatología

Una de las características de Moniliasis es su largo periodo de incubación antes de aparecer los síntomas. Estos varían según la edad del fruto, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones agroclimáticas (Porras y Sánchez 1991). El ataque se presenta en todos los estados de crecimiento, desde los frutos recién formados hasta las mazorcas que se encuentran cerca de la madurez (Ocampo *et al.* 2014).

En frutos menores de dos meses los síntomas aparecen externamente 30 días después de la infección, como pequeñas tumefacciones en la superficie de la mazorca (Figura 7), después que emerge esta giba surge la mancha chocolate, la mazorca muere poco tiempo después (Porras y Sánchez 1991, Phillips Mora y Cerda 2009). Internamente, no se forman las semillas siendo reemplazadas por tejido de consistencia gelatinosa (Enríquez citado por Galindo 1985).

En frutos a mitad de su crecimiento, el primer síntoma externo se observa entre 20 y 50 días después de infectados (Phillips Mora y Cerda 2009). La infección aparece como puntos aceitosos en la corteza, los cuales fusionan para formar una mancha necrótica color chocolate de borde irregular (Figura 8) que crece rápidamente hasta cubrir totalmente la superficie de la mazorca, cuando esta se corta es evidente una decoloración interna (David 1989, Galindo 1985, Suarez y Delgado 1993). También es común la llamada madurez prematura, en la cual las mazorcas cambian de color dando la apariencia de madurez en frutos que no tienen la edad ni el tamaño de cosecha (Figura 7) (Porras y Sánchez 1991).



Figura 7. Síntomas observados en frutos jóvenes. **A.** Deformaciones llamadas gibbas en frutos menores de dos meses. **B** Puntos aceitosos y madurez prematura causada por la infección de la enfermedad.

El síntoma posterior es la aparición de una felpa inicialmente blanca (Figura 8) formada por el crecimiento del micelio, seguido de la presencia de una gran cantidad de esporas de color crema (7 a 42 millones en un cm^2 aproximadamente), generalmente, ocho días después que aparece la lesión (Enríquez y Salazar 1979, Lass 1985, FHIA 2012). Las semillas son destruidas totalmente presentando una masa de tejidos descompuestos húmedos o secos (Enríquez citado por Galindo 1985). En los días siguientes, las mazorcas se van secando y momificándose progresivamente (figura 8) (Brenes citado por Parra y Sánchez 2005).

Los frutos próximos a su madurez tienen mayor resistencia por lo que la enfermedad se localiza en la corteza sin dañar las almendras. Se pueden presentar pequeñas lesiones, las semillas permanecen pegadas entre sí o a la pared del fruto (Enríquez citado por Galindo 1985, Suarez y Delgado 1993, ICA *et al.* 2008).

Algunos frutos infectados pueden no mostrar síntomas externos, pero al abrirlos se encuentra en ellos líquido en abundancia, que resulta de la degradación de tejidos por el patógeno

(Evans, Arévalo citados por Arévalo *et al.* 2005). Estos se pueden reconocer ya que son más pesados que los frutos sanos (Phillips-Mora y Cerda 2009).

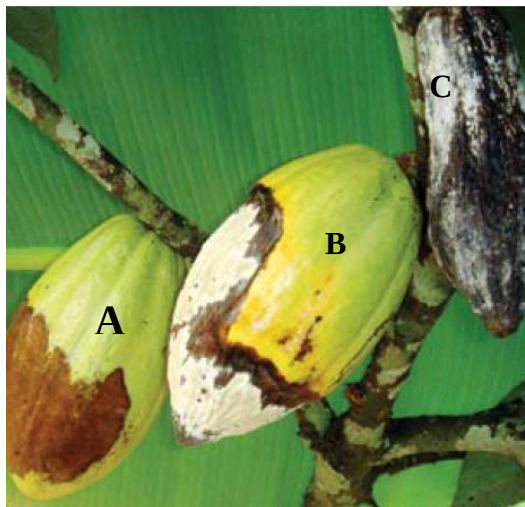


Figura 8. Síntomas externos observados en las diferentes etapas de infección del hongo. **A** Mancha irregular color pardo **B** Micelio del hongo sobre la mancha, la etapa más contagiosa **C** Fruto momificado



Figura 9. Síntomas internos observados en las mazorcas afectadas.

3.6.7 Epifitiología

Las condiciones climáticas óptimas para el desarrollo de la enfermedad se presentan cuando las temperaturas son mayores de 25 °C y existe una humedad relativa de 80 % (Parra y Sánchez 2005). 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 2:00 pm aproximadamente (Sánchez y Garcés 2012).

Las plantaciones con sombrío excesivo, carentes de drenajes, control inadecuado de malezas y plantas de cacao mal podadas, presentan las condiciones favorables para que la humedad se mantenga alta, lo que contribuye al desarrollo de la enfermedad (Parra y Sánchez 2005). La presencia constante de frutos en el cacaotal garantiza la existencia de tejido susceptible suficiente para la permanencia de la enfermedad dentro del cultivo (FHIA 2012).

Las mazorcas enfermas, colgadas del árbol, son la principal fuente de infección, una mazorca puede diseminar esporas abundantemente hasta una distancia mínima de 375 metros, los conidios permanecen viables hasta por nueve meses (Suarez y Delgado 1993, Brenes citado por Parra y Sánchez 2005). Las esporas se desprenden mediante el impacto de las gotas de lluvia, las cuales también contribuyen con la germinación y ayudan a la penetración de las esporas en el tejido de la planta.

En días soleados o de poca lluvia puede darse un incremento del inóculo en el ambiente, cuando habiendo frutos esporulados en los árboles se realizan labores de cultivo como cosecha, poda y retiro de frutos enfermos, favoreciendo la liberación de los conidios (FHIA 2012). Otros medios de propagación pueden ser: los insectos, el viento y el hombre (Barros citado por Parra y Sánchez 2005).

3.6.8 Manejo de la enfermedad

El control de la enfermedad se basa en un manejo adecuado de la plantación de tal manera de generar condiciones que favorezcan el desarrollo y los procesos fisiológicos del cacao al mismo tiempo que sean desfavorables para la reproducción y sobrevivencia del patógeno. Este principio denominado Convivencia con el patógeno ha sido implementado en el CEDEC-JAS. En dicho centro, el manejo cultural bajo este enfoque permite mantener niveles de daños menores al 5 % (FHIA 2012).

1) Control cultural

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 (Johnson *et al.* 2008).

-Podas (al menos dos veces al año)

Se realizan para mantener el tronco y ramas principales libres de brotes, chupones o hijos y de ramillas entrecruzadas dentro del árbol o entre árboles vecinos. Esto contribuye a mantener el ambiente seco y fresco (mejor circulación del aire). Además de estas podas formales donde se corta una considerable cantidad de ramas, se pueden hacer podas suaves en las que se hace solo despunte de ramas y se eliminan chupones o brotes tiernos (FHIA 2012).

-Regulación del sombrío permanente

Se recomienda regular el nivel de sombra (30 a 50 %) mediante podas y raleos de los árboles frutales o maderables en asocio con el cacao (Phillips-Mora y Cerda 2009). Con esta práctica (junto con la poda del cacao) se obtiene una apropiada entrada de luz en la plantación y una buena circulación del aire, favoreciendo un rápido escape del vapor de agua. También, la regulación del sombrío es indispensable para un mejor aprovechamiento de los fertilizantes o abonos orgánicos aplicados (FHIA 2012).

-Adecuado sistema de drenaje

Es necesario evitar el encharcamiento del agua de las lluvias y reducir la alta humedad relativa dentro del ambiente de la plantación (FHIA 2012). Durante la época seca, se debe construir y mantener limpios los drenajes (Phillips-Mora y Cerda 2009).

-Remoción de frutos enfermos

La remoción de frutos con síntomas de la enfermedad es de suma importancia ya que estos representan fuentes de infección para los nuevos frutos que se formen. Para ello se requiere la revisión minuciosa de cada árbol para detectar cualquier fruto con síntomas aun en estado incipientes (iniciales) de la enfermedad (deformación o mancha) (FHIA 2012).

Se recomienda retirar los frutos enfermos cada ocho días durante el período de formación y crecimiento de las mazorcas. Para el resto del tiempo se recomienda cada 15 días durante las primeras horas de la mañana para evitar que las esporas estén secas y se desprendan (Phillips-Mora y Cerda 2009). Krauss *et al* (2003), evaluaron los intervalos quincenales y semanales de remoción de frutos enfermos. La remoción quincenal redujo el número de frutos infectados en un 15-63 %, mientras la remoción semanal lo redujo en un 90-92 %, respectivamente. En época de lluvias, esta labor se hace dos veces por semana para evitar que el hongo tenga tiempo de formar las estructuras reproductivas (conidios), que son las

"semillas" que afectarán otros frutos sanos que estén al alcance del hongo (FHIA 2012). Los frutos enfermos deben ser removidos antes que esporulen evitando que los conidios afecten a los frutos sanos que están a su alcance, dependiendo de la cantidad estos pueden taparse con hojarasca (Phillips Mora 2006, FHIA 2012).

2) Control biológico

El control biológico implica el empleo de organismos vivos o virus que regulan la incidencia de insectos plaga o patógenos. Para el control de la moniliasis del cacao, un biocontrolador eficaz es aquel capaz de colonizar de manera rápida y en su totalidad la epidermis (superficie) del fruto, excluyendo al patógeno y a su vez compitiendo por nutrientes importantes para la germinación de *M. roreri* (Jaimes y Aránzazu 2010).

En Colombia, los resultados obtenidos durante la prueba de antagonismo in vitro, fue observada una inhibición en el crecimiento de *M. roreri* de un 95 % frente a la cepa de *Trichoderma sp.* del Zulía, pudiendo ser un posible controlador biológico para la Moniliasis (Suárez citado por Sánchez y Garcés 2012). Esta capacidad antagónica fue también encontrada por Villamil *et al.* (2015), en condiciones de campo, al evaluar la incidencia, severidad externa e interna del hongo en los frutos, *Trichoderma sp.* mostró respecto al testigo disminución del daño de 19.5- 28 %.

Suarez y Rangel (2013) demostraron que el hongo *Paecilomyces sp.* posee un alto potencial antagónico in vitro frente a *M. roreri* al obtener porcentajes inhibitorios de crecimiento radial de 80.72 %. También evaluaron la antibiosis de *Bacillus brevis* (BZ005) siendo efectiva con porcentajes superiores a 89 %.

3) Control químico

El combate de la Moniliasis del cacao por medio de fungicidas es una práctica poco efectiva y sobre todo poco económica, se recomienda únicamente como práctica complementaria a

las prácticas culturales en el control de la enfermedad. Es justificable el uso de químicos para plantaciones con producción de 1,000 kg/ha o más, donde la mayor cantidad de frutos se encuentre concentrada en el tronco y ramas bajas del árbol, de modo que se pueda asegurar una buena cobertura de los frutos con el fungicida aplicado. Además, estas deben tener ritmos de floración y fructificación muy bien definidos, de modo que sea posible proteger la mayor parte de la producción con pocas aplicaciones en los períodos de máxima susceptibilidad (de floración hasta los tres meses de edad del fruto) (FHIA 2012).

Si se justifica, puede aplicarse fungicidas a base de cobre, hidróxido como el Kocide77 o Kocide- 2000, u óxido de cobre como el Cobre Sandoz, mezclado a razón de 5 a 6 gr de producto comercial por litro de agua. Se recomienda realizar seis aplicaciones, cada 14 días, empezando cuando los frutos tengan 15 días de edad. Las atomizaciones deben realizarse directamente sobre el fruto (FHIA 2012).

Ramírez *et al.* (2009), realizaron aplicaciones mensuales del fungicida químico hidróxido cúprico en dosis de 2 kg por hectárea complementado con la remoción semanal de frutos enfermos, lograron reducir la incidencia de la enfermedad hasta un 17.5 % y obteniendo un rendimiento de 993.75 kg de grano seco con una rentabilidad aceptable. En comparación con resultados obtenidos por López, *et al.* (2008), en estudios realizados en Huimanguillo, Tabasco, sobre el control de *Moniliophthora roreri* a través de remociones semanales de frutos dañados y aplicaciones mensuales de hidróxido cúprico, obteniendo rendimientos de 711 kg de grano seco por hectárea y la enfermedad representó el 12 % de incidencia. Respecto a las diferencias en la incidencia, estas posiblemente se debieron a la cantidad de inóculo existente en las plantaciones y las condiciones climáticas que permitieron que el patógeno se desarrollara rápidamente, de igual forma pudo deberse a la cantidad de hospederos o frutos de cacao disponibles dentro de la plantación (Ramírez *et al.* 2009).

Torres de la Cruz *et al.* (2013) evaluaron el fungicida Azoxystrobin como agente curativo de *M. roreri*, en Tabasco. In vitro, este inhibió el 100 % de la germinación de conidios a una concentración de 450 mg L-1 y el 96 % del crecimiento micelial con una concentración de

1250 mg L-1. En ausencia del fungicida, la germinación promedio fue 97 % después de las 144 h. Frutos tratados en campo a razón de 1250 mg L-1 resultaron con una mortalidad del 42 % comparado con 94 % en frutos sin tratamiento. Los frutos enfermos tratados que alcanzaron la madurez de consumo presentaron disminución en el número de semillas y fallas en el desarrollo de las mismas. Este es el primer reporte de la acción curativa de un fungicida sobre *M. royeri* y muestra que el Azoxystrobin puede ser incorporado en programas de manejo integrado de la enfermedad y del cultivo.

4) Control genético

La identificación, selección, mejoramiento y uso de germoplasma superior de cacao es una de las principales herramientas para elevar los rendimientos (por hectárea, por dólar o por jornal invertido), reducir el impacto de plagas y enfermedades, y producir las calidades industriales y organolépticas requeridas por la industria y los consumidores (Somarriba 2013). El mejoramiento genético del cacao está dirigido a alcanzar la obtención de variedades con mayor rendimiento para superar los problemas de baja productividad mundial por unidad de superficie ante una demanda en constante crecimiento. Además, obtener ganancia en el aumento de la resistencia a las enfermedades, que destruyen más de un tercio de la producción potencial del cacao (FAO citado por Tarqui 2010).

La resistencia se define como la capacidad del hospedero para reducir el desarrollo del patógeno. La tolerancia no es sinónimo de resistencia y puede definirse como la capacidad del hospedero para soportar la presencia del patógeno expresándose ausencia casi completa de los síntomas (Parlevliet citado por Phillips-Mora 1986). Debido a la gran importancia de las enfermedades, la identificación de clones con resistencia genética es parte integral de los programas de mejoramiento genético (Gregory citado por Tarqui 2010). El control de enfermedades fúngicas utilizando clones resistentes es posible debido a la gran diversidad genética del cacao, sin duda, la alternativa más atractiva para los agricultores ya que por este método se reducen drásticamente los costos de producción y se favorece el medio ambiente (Jiménez citado por Najjar y Thomas 2001, Johnson *et al.* 2008).

Enríquez y Soria (1984) reportan que en la selección de materiales resistentes se han utilizado dos métodos principales: la selección de árboles que muestran resistencia o tolerancia a la enfermedad bajo condiciones de infección natural o por medios artificiales. Una vez comprobada la resistencia, el árbol es propagado vegetativamente para la obtención de clones. El otro método consiste en la incorporación de resistencia en descendencias híbridas de padres resistentes o de diferentes características. Para este fin se produce descendencia legítima mediante cruzamientos dirigidos con polinización controlada y se evalúa el grado de transmisión genética de la resistencia a las descendencias híbridas, antes de recomendarlas como resistentes (Solís *et al.* 2015).

La resistencia o tolerancia a la moniliasis ha mostrado ser una característica poco común, se ha encontrado en pocos genotipos de cacao (Sánchez y Garcés 2012). Aún no se ha descubierto un material inmune a *M. roreri*, pero de las pruebas realizadas en Ecuador, Colombia, Costa Rica y ahora en Honduras, se conoce que hay cultivares (clones o híbridos) que, consistentemente muestran menor número de mazorcas infectadas o si son infectadas la severidad de la enfermedad en estos frutos es menor (daño externo o interno). Entre ellos se mencionan los clones UF-273, UF-712, PA-169, ARF-22, EET-75, EET-233, UF-296, IMC-67 (FHIA 2012). En Colombia, materiales vegetales como los Caucaías 37, 39 y 43, han demostrado características de resistencia frente a la infección por *M. roreri* (Yeirne y Aránzazu citados por Martínez 2015).

En Honduras, en el CEDEC-JAS, se están evaluando cruces suministrados por el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) provenientes de un padre con tolerancia al patógeno con otro u otros materiales de buenas características de producción. De estos cruces en evaluación por nueve años consecutivos, se han detectado unos pocos que han presentado buena producción de frutos sanos y pocos frutos enfermos por la moniliasis, lo cual los convierte en materiales con gran potencial para el establecimiento de áreas nuevas o de remplazo de plantaciones viejas (FHIA 2012).

3.7 Patosistema cacao- moniliasis

Agrios, citado por Martínez (2015) define patosistema como la interacción constante a través de los años entre una población de un hospedero y la de un patógeno. Las interacciones entre una planta y un microorganismo pueden ser de varios tipos que van desde las relaciones altamente perjudiciales para el hospedante, hasta aquellas que benefician tanto al hospedante como al microorganismo. Como consecuencia de una estrecha coevolución, muchos microorganismos se desarrollan de una forma patogénica solo en un ámbito limitado de hospedantes (Madriz 2002). El patosistema cacao-moniliasis, forma parte integral del ecosistema del cultivo del cacao con más de 200 años de relaciones evolutivas; la coevolución del patosistema ha logrado que *M. roreri* pueda imponerse sobre los mecanismos de defensa de la planta de cacao (Martínez 2015).

Los procesos de preinfección e infección de *M. roreri* en las células vegetales de cacao (*T. cacao* L), deben cumplir algunos pasos previos, uno de los más importantes es la adhesión y germinación en la superficie vegetal, proceso preliminar al crecimiento y colonización celular. No obstante, para que esto pueda suceder el hongo basidiomicete (*M. roreri*), debe romper la cutícula vegetal generalmente a través de mecanismos de interacción, entre los más importantes se encuentran las fuerzas mecánicas y la acción enzimática (Martínez 2015).

De acuerdo con los principios de resistencia planteados por Browning (1980), la resistencia y la avirulencia son la regla mientras que la susceptibilidad y la virulencia son la excepción, propone que la resistencia y la susceptibilidad son los extremos de un continuo y que la inmunidad es absoluta. Los genes que determinan la resistencia oligogenica y la susceptibilidad en la planta, son complementarios a los genes que determinan la virulencia y la avirulencia en el patógeno (Madriz 2002).

3.8 Clones que presentan resistencia a moniliasis

1) CATIE-R7

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-712 x CATIE-1000. Presenta moderada susceptibilidad a mazorca negra (Arciniegas 2005).

2) CATIE-R9

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-273 x CC-137, con rendimiento potencial de 2696 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

3) CATIE-R10

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-273 x CC-137, con rendimiento potencial de 1703.5 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

4) CATIE-R12

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-273 x CC-138, con rendimiento potencial de 922.1 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

5) CATIE-R20

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-273 x Tree-81, con rendimiento potencial de 1544.3 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

6) CATIE-R26

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-712 x CC-137, con rendimiento potencial de 1848.3 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

7) CATIE-R27

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-712 x CC-137, con rendimiento potencial de 1426.8 kg/ha/año. Ha sido clasificado como resistente a moniliasis (Arciniegas 2005).

8) CATIE-R29

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-712 x CC-137, con rendimiento potencial de 1599.8 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

9) CATIE-R32

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-712 x CC137, con rendimiento potencial de 1333.2 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

10) CATIE-R47

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce ICS-95 x UF-243, con rendimiento potencial de 1386.1 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

11) CATIE-R49

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce ICS-95 x POUND-7, con rendimiento potencial de 1262.1 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

12) CATIE-R72

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce PA-169 x ARF-6, con rendimiento potencial de 962.9 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

13) CATIE-R81

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-712 x ARF-37, con rendimiento potencial de 1682.8 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

14) CATIE-R82

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-712 x ARF-37, con rendimiento potencial de 1257.2 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

15) CATIE-R85

Clon originario del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ubicado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, producto del cruce UF-712 x ARF-37, con rendimiento potencial de 914.9 kg/ha/año (Arciniegas 2005).

16) Caucasia 39

Clon originario de Caucasia, Antioquia, Colombia, producto del cruce de IMC-67 x desconocido, con rendimiento potencial de 2 kg/árbol/año. En cuanto al aspecto sanitario se reporta resistente a moniliasis, susceptible a mazorca negra, sin embargo su reacción a escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y mal de machete (*Ceratocystis fimbriata*) aún no está definida (Ramírez *et al.* 2015). Durante el periodo 2003-2006 bajo presión de inóculo natural demostró incidencia de 10.3 % y 5.1 % para moniliasis y mazorca negra respectivamente (FHIA 2007).

17) Caucasia 47

Originario de Caucasia, Antioquia, Colombia, producto de una selección híbrida, con rendimiento potencial de 3 kg/árbol/año. Respecto al aspecto sanitario presenta las mismas características que Caucasia 39 (FHIA 2007, Ramírez *et al.* 2015). Durante el periodo 2003-2006 bajo presión de inóculo natural demostró incidencia de 2.6 % y 5.3 % para moniliasis y mazorca negra respectivamente (FHIA 2007).

18) FHIA 269

Originario del Centro Experimental y Demostrativo de Cacao Jesús Alfonso Sánchez (FHIA-CEDEC-JAS) ubicado en La Masica, Atlántida, Honduras, producto del cruce de UF-273 x PA-169, con un rendimiento potencial de 1.8 kg/árbol/año. Se ha demostrado su resistencia a moniliasis y mazorca negra (Ramírez *et al.* 2015).

19) FHA-485

Originario del Centro Experimental y Demostrativo de Cacao Jesús Alfonso Sánchez (FHIA-CEDEC-JAS) ubicado en La Masica, Atlántida, Honduras, producto del cruce de ARF-22 x UF-273. En cuanto al aspecto sanitario, durante el periodo 2002-2006 presentó incidencia de moniliasis de 1.9 % en base a 230 frutos cosechados (FHIA-2007).

20) FHIA-707

Originario del Centro Experimental y Demostrativo de Cacao Jesús Alfonso Sánchez (FHIA-CEDEC-JAS) ubicado en La Masica, Atlántida, Honduras, producto del cruce de UF-273 x PA-169, con un rendimiento potencial de 2.7 kg/árbol/año. Considerado resistente a moniliasis y susceptible a mazorca negra (Ramírez *et al.* 2015). Bajo presión de inóculo natural de moniliasis durante el periodo 2002-2006 presentó incidencia de 3.4 % en base a 357 frutos cosechados (FHIA 2007).

21) FHIA-719

Originario del Centro Experimental y Demostrativo de Cacao Jesús Alfonso Sánchez (FHIA-CEDEC-JAS) ubicado en La Masica, Atlántida, Honduras, producto del cruce de UF-712-x CC-137. Respecto al aspecto sanitario, durante el periodo 2002-2006 presentó incidencia de moniliasis de 5.5 % en base a 217 frutos cosechados (FHIA 2007).

22) FHIA-738

Originario del Centro Experimental y Demostrativo de Cacao Jesús Alfonso Sánchez (FHIA-CEDEC-JAS) ubicado en La Masica, Atlántida, Honduras, producto del cruce de UF-712 x PA-169, con un rendimiento potencial de 2 kg/árbol/año. Considerado resistente a moniliasis y moderadamente susceptible a mazorca negra (Ramírez *et al.* 2015). Bajo presión de inóculo

natural de moniliasis durante el periodo 2002-2006 presentó incidencia de 0.4 % en base a 256 frutos cosechados (FHIA 2007).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Descripción del sitio

El estudio se realizó en dos lotes situados en el Centro Experimental y Demostrativo de Cacao Jesús Alfonso Sánchez (CEDEC-JAS), ubicado en La Másica, Atlántida (ver anexo 1), a una altitud de 20 msnm, con una precipitación media anual de 2801 mm (promedio de los años 2004-2014), con suelos planos aluviales, de fertilidad baja a media con limitaciones de drenaje en la temporada más lluviosa (octubre a enero) y temperatura media anual de 25.5 °C (FHIA 2015).

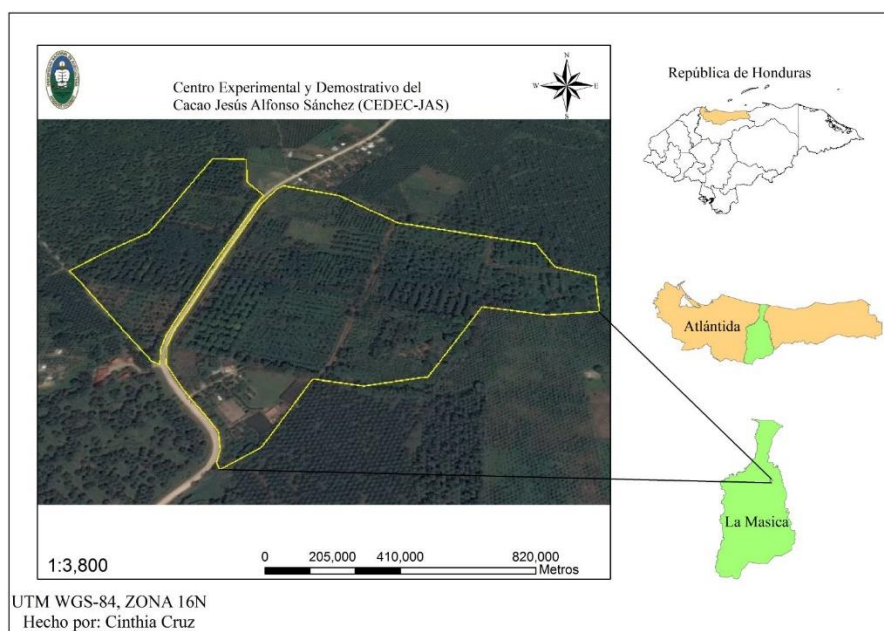


Figura 10. Ubicación de CEDEC-JAS

Los datos climáticos para este ensayo (cuadro 1) se tomaron de la estación meteorológica ubicada en el Centro. Se registraron los promedios semanales de la temperatura, como también la precipitación semanal durante los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero mientras duró el periodo de incubación de las mazorcas inoculadas.

Cuadro 1. Datos climáticos semanales octubre 2015 a febrero 2016

Fecha	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
22-24 oct 2015	27.7	0
25-31 oct 2015	28.2	6
1-7 nov 2015	27.5	7.4
8-14 nov 2015	26.8	185.7
15-21 nov 2015	26.7	23.8
22-28 nov 2015	26.5	29.1
29 nov- 5 dic 2015	26.11	72.7
6- 12 dic 2015	26.3	75
13-19 dic 2015	27	13.8
20-26 dic 2015	26.7	1
27 dic 2015 -2 ene 2016	26.3	2
3-9 ene 2016	25.6	143.6
10-16 ene 2016	26.1	60
17-23 ene 2016	26.4	60.3
24-30 ene 2016	26	36.4
31 ene - 6 febr 2016	25.75	124.6
7-16 febr 2016	24.8	130.2

4.2 Materiales y equipo

Para la realización del estudio se utilizaron platos petri, medio de cultivo (agar), jugos V8, bellotas de cacao, jaulas metálicas, bolsas plásticas, papel toalla, atomizadores, cinta adhesiva, inóculo de *M. roreri*, cuaderno, marcadores, tablero, cuchillos, prendedores. También se hizo uso de recipientes de laboratorio, microscopio, hematocimetro, pinzas, cámara de crecimiento, cámara de flujo laminar, cámara fotográfica, otros.

4.3 Tratamientos y arreglo espacial

En el lote prueba Multilocal se evaluaron 47 clones, con un rango de 11 a 38 frutos evaluados. En el lote Marapolan se evaluaron 13 clones, con un rango de 10 a 48 frutos evaluados, sin tomar en cuenta en ambos lotes los clones en los que se evaluó un número menor de 10 frutos para un total de 50 clones evaluados. No se hizo uso de un diseño experimental convencional, se escogieron los árboles que contenían frutos adecuados en el momento de la inoculación.

4.4 Metodología

4.4.1 Preparación del inóculo

En la finca donde se realizó la evaluación se recolectaron mazorcas de cacao con síntomas de moniliasis, estos fueron la fuente de inóculo. También se recolectaron los frutos jóvenes que se sometieron a cocción para la obtención del jugo mediante el proceso que a continuación se describe:

Se inició lavando dos frutos jóvenes de tamaño promedio con agua y jabón con el fin de eliminar los residuos. Luego se cortó el fruto en cuadros lo más pequeño posible; estos se colocaron en un beaker agregándole 500 ml de agua destilada, posteriormente se colocó el beaker en la estufa aproximadamente 45 minutos hasta que los cortes de cacao estuvieron blandos. Luego se procedió a colar para separar la fruta del líquido.

a) Preparación del medio de cultivo

La preparación del medio de cultivo se realizó en el laboratorio de fitopatología de la FHIA, para esto se utilizaron los siguientes ingredientes:

- Agar Agar

- CaCO_3
- Jugo producto de la cocción de los frutos jóvenes de cacao
- Jugo V8

Para preparar el medio de cultivo se procedió a pesar 7.5 gramos de Agar Agar y 1.5 gramos de carbonato de calcio y se midieron los 100 ml de jugo V8 y 400 ml de jugo de los frutos. Estos ingredientes se depositaron en un erlenmeyer y se colocó en un agitador hasta que el medio de cultivo estuviera completamente homogéneo. Posteriormente el medio de cultivo fue sometido a esterilización por 15 minutos en autoclave junto con el beaker con el que se vertió el medio en las placas petri.

Una vez esterilizado el medio de cultivo, se llevó a la cámara de flujo laminar para evitar cualquier tipo de contaminación. En el beaker el medio se midió y se vertieron 25 ml por cada placa petri.

4.4.2 Aislamiento del hongo

Los frutos sintomáticos se cortaron en tres o cuatro secciones dependiendo del tamaño del mismo y se desinfectaron con cloro al 20 % durante cinco minutos, luego se sumergieron en agua destilada durante cinco minutos. Posteriormente, se sometieron a tres lavados con agua destilada durante tres minutos cada uno.

Una vez hecho esto, se llevaron a la cámara de flujo laminar y se sometieron al proceso del flameado con el fin de eliminar cualquier patógeno ajeno al hongo, luego se cortaron en trocitos de aproximadamente 2-3 mm y se sembró un implante por cada placa petri, seguidamente se sellaron las placas petri con papel parafilm y se rotuló con los datos siguientes: AA + V8 + Cacao, moniliasis y la fecha. Una vez selladas las placas petri conteniendo el implante, se trasladaron a la cámara de crecimiento, incubándose durante 21-27 días, a una temperatura de 25 °C, con periodos alternos de 12 horas luz y oscuridad.

4.4.3 Preparación de la suspensión de conidias

En un beaker se agregaron 200 ml de agua destilada + 2 gotas de tween, de esa solución se agregaron 20 ml en cada placa petri donde creció el hongo. Las conidias se cosecharon con un pincel, realizando movimientos circulares (con el cuidado de no dañar el medio de cultivo), y estas se vertieron en el beaker, el cual se colocó en el agitador para uniformizar la solución. Seguidamente, se realizó el conteo de conidias colocando dos gotas de la solución en hematocímetro. Utilizando cinco cuadrantes de este aparato, se contó el número de conidias observadas por cada cuadrante (cuadro 2). Para mayor precisión se realizaron dos lecturas por conteo.

Cuadro 2. Número de conidias por cuadrante por lectura

Lectura	N. de conidias/cuadrante/lectura					
	Cuadrante 1	Cuadrante 2	Cuadrante 3	Cuadrante 4	Cuadrante 5	Total
1	7	5	5	4	6	27
2	5	5	9	6	3	28

El total de conidias por lectura se multiplicó por cinco (ya que son cinco cuadrantes) y luego por 10,000 obteniendo el número de conidias por ml por lectura. Posteriormente, se calculó el promedio de ambas lecturas, lo que dio como resultado la concentración de conidias en la solución.

Lectura 1: $7+5+5+4+6= 27 \times 5 \times 10,000= 1, 350,000$ con/ml

Lectura 2: $5+5+9+6+3= 28 \times 5 \times 10,000= 1, 400,000$ con/ml

Promedio de lecturas: $1350000 + 1400000 = 2750000/2 = 1, 375,000$ con/ml

Se realizó este procedimiento hasta ajustar el parámetro de concentración de 1×10^6 conidias/ml. Sin embargo se usó un promedio de concentración de 1, 571,764 conidias/ml. El ajuste se realizó agregando agua para reducir el número de conidias o agregando más inóculo para aumentar la concentración.

4.4.4 Inoculación en campo

En los arboles seleccionados se inocularon frutos de aproximadamente tres meses de edad, los cuales se sometieron al proceso de incubación, sin desprenderlos de la planta. La inoculación se realizó depositando con un atomizador, un promedio de 2-3 ml de la suspensión de conidias producidas en el laboratorio en cada fruto seleccionado.

Inmediatamente después de la aplicación, cada fruto fue introducido en una pequeña jaula cilíndrica (12.5 cm de diámetro y 24 cm de longitud) confeccionada con malla metálica. También se enjauló un fruto sin aplicación de inóculo etiquetándose como control. Esta jaula fue cubierta con una bolsa plástica transparente la cual se rotuló con la fecha de inoculación. En el fondo de la bolsa se colocó papel toalla húmedo como fuente de humedad ambiental por 48 horas. Pasado ese tiempo, se perforó la bolsa para retirar el papel toalla (sin remover la bolsa).

Debido a la falta de uniformidad en la presencia de frutos, no se inoculó el mismo número de frutos por clon por episodio de inoculación. Lo que se hizo fue inocular la cantidad de frutos disponibles por clon en cada fecha de inoculación. Se realizaron 11 diferentes inoculaciones en el lote de prueba multilocal y ocho diferentes inoculaciones en el lote Marapolan con un total de 17 inoculaciones realizadas.

Se inocularon un total de 1542 frutos de los cuales se evaluaron 1268 (82.23 %), con el objetivo de reducir el grado de error en las evaluaciones, los frutos muertos no se consideraron ya que existen muchas posibles causas de muerte prematura en los frutos. La evaluación se realizó ocho semanas después de la inoculación de los frutos. Se comenzó

cortando los frutos con una tijera y se retiró tanto la jaula como la bolsa de los mismos. Posteriormente, se depositaron en un saco debidamente etiquetado y se trasladaron al lugar de evaluación.

4.5 Variables evaluadas

Se evaluó la incidencia y severidad de la enfermedad en el fruto.

4.5.1 Incidencia

Se evaluó tomando en cuenta los síntomas externos e internos de cada fruto, determinándose la incidencia externa e interna mediante la siguiente fórmula (Solís *et al.* 2015):

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{total de mazorcas con sintomas}}{\text{total de mazorcas evaluadas}} \times 100$$

4.5.2 Severidad

a) Daño externo (superficie de la mazorca)

La evaluación consistió en determinar el grado de severidad, según la apariencia externa del fruto y los signos del patógeno, según la escala que se muestra en el cuadro 3 (FHIA 2015).

Cuadro 3. Escala para la evaluación de la severidad externa del fruto

Grado	Descripción externa del fruto
0	Fruto sano
1	Presencia de puntos aceitosos
2	Presencia de tumefacción o amarillamiento
3	Presencia de necrosis
4	Presencia de micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha
5	Presencia de micelio que cubre más de la cuarta parte de la mancha.

b) Daño interno (interior de la mazorca)

Las evaluaciones se realizaron determinando el grado de severidad según la escala mostrada en el cuadro 4 (FHIA 2015). Con esta escala se cuantificó el porcentaje de tejido necrótico en el interior de cada fruto y de acuerdo a ellos se le asignó el grado correspondiente.

Cuadro 4. Escala para la evaluación de la severidad interna del fruto

Grado	Descripción interna del fruto
0	Fruto sano (ausencia de síntomas)
1	1-20% del tejido interno con necrosis
2	21-40% del tejido interno con necrosis
3	41-60% del tejido interno con necrosis
4	61-80% del tejido interno con necrosis
5	Más del 80% del tejido con necrosis

4.6 Análisis de datos

El análisis de datos se basó en determinar el nivel de resistencia de cada clon mediante la escala para la selección de los clones sugerida por Phillips-Mora 2005 (cuadro 5), tomando en cuenta el promedio de la severidad interna obtenida (valor de SI).

$$\text{Valor de SI} = \frac{\text{sumatoria del grado de severidad interna obtenida de las mazorcas evaluadas}}{\text{número de mazorcas evaluadas}}$$

Cuadro 5. Escala para la selección de los clones (Phillips-Mora 2005)

Valor de SI (Severidad Interna)	Clasificación
0- 1.25	Resistente
1.26- 2.5	Moderadamente resistente
2.51- 3-75	Moderadamente susceptible
3.76- 5	Susceptible

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Incidencia externa de *M. roreri*

La mayoría de los frutos de cacao inoculados presentaron incidencia externa de moniliasis (cuadro 6), lo que indica que el patógeno logró penetrar el fruto. Es así como los síntomas externos se expresan una vez que el hongo ha realizado su periodo de incubación. Jaimes y Aránzazu (2010) y FHIA (2012), mencionan que la germinación del hongo tendrá éxito cuando tenga excelentes condiciones de humedad (85 %) y temperatura entre 18 y 28 °C. Es por eso que en la investigación se utilizó la cámara húmeda con la presencia de una película de agua sobre la superficie de las mazorcas, durante un período adecuado (48 horas) permitiendo la formación del tubo germinativo de las esporas y la penetración del patógeno, la temperatura media ambiente se mantuvo en 26 °C durante todos los episodios de inoculación.

Los frutos que se seleccionaron como control no presentaron incidencia de moniliasis, lo que indica que la inoculación del hongo se realizó de manera correcta. Sin embargo, ciertos controles presentaron incidencia de mazorca negra debido a que en la finca la presión de inóculo de esta enfermedad es bastante alta.

Los clones FHIA-359, FHIA-580 y CATIE-R32 sobresalen por su baja incidencia externa, lo que se debe a su potencial de resistencia que puede ser por el grosor y dureza de su pared celular. Según Agrios (1988) esto dificulta el avance del patógeno, lo que resulta en la baja expresión de síntomas externos. López *et al.* (2015), mencionan que el necrosamiento del tejido (síntomas) comienza a desarrollarse desde el interior hacia el exterior.

Cuadro 6. Incidencia externa expresada en cada clon evaluado

No.	Material Genético	Incidencia externa (%)	No.	Material Genético	Incidencia externa (%)
1	FHIA-359	6	26	FHIA-715	54
2	FHIA-580	6	27	FHIA-74	58
3	CATIE-R32	7	28	FHIA-738	59
4	CATIE-R7	15	29	FHIA-765	61
5	FHIA-269	15	30	CATIE-R48	62
6	CATIE-R27	15	31	FHIA-478	64
7	CATIE-R12	18	32	CATIE-R72	65
8	FHIA-485	18	33	CATIE-R20	65
9	CATIE-R31	19	34	CATIE-R38	67
10	CATIE-R82	19	35	FHIA-707	67
11	FHIA-687	20	36	FHIA-168	68
12	CATIE-R29	20	37	FHIA-621	68
13	CAUCASIA-39	24	38	CATIE-R9	71
14	FHIA-719	32	39	CAUCASIA-43	72
15	CATIE-R85	33	40	CATIE-R10	72
16	CAUCASIA-47	33	41	FHIA-708	76
17	FHIA-537	38	42	IA-RO	81
18	CATIE-R81	39	43	CAUCASIA-37	83
19	CATIE-R47	40	44	FHIA-245	87
20	FHIA-513	48	45	CCN-51	89
21	CATIE-R26	50	46	FHIA-70	92
22	FHIA-169	50	47	FCS-A2	93
23	FHIA-32	50	48	FHIA-193	94
24	CATIE-R49	53	49	FHIA-168	97
25	FHIA-577	53	50	CATIE-R66	100

Es importante recalcar que el clon FHIA-359 se vio expuesto a la menor precipitación durante el ensayo por lo que su incidencia podría aumentar si es expuesto a precipitaciones más altas, aunque el microclima favorable en el interior de la bolsa podría suplir esa condición.

Respecto a CATIE-7 y CATIE-R32, los resultados concuerdan con los obtenidos por Pérez (2009), en la evaluación de la incidencia natural de moniliasis durante dos años, donde estos clones presentaron bajo porcentaje de incidencia, lo cual es muy importante ya que responden positivamente a la presión de inóculo tanto natural como artificial.

Los clones que sobresalen por su baja incidencia tienen como progenitores a clones UF-712 y UF-273. González y Vega (1992), Arciniegas (2005) y Solís *et al.* (2015) concluyeron que los genotipos descendientes de los progenitores antes mencionados presentan menor incidencia a moniliasis.

5.2 Incidencia interna de *M. royeri*

Como se muestra en el cuadro 7 todos los clones presentaron incidencia interna debiéndose a la respuesta de hipersensibilidad la cual se manifiesta como una necrosis (síntomas) del tejido invadido, aislando al patógeno evitando su avance por tejidos sanos (Olivares 2000).

Los clones FHIA-269, CATIE-R85 y FHIA-485 manifestaron baja incidencia interna, probablemente los frutos de estos clones poseen un buen grosor de la cutícula la cual según Agrios (1988), aumenta la resistencia a las infecciones de enfermedades en los cuales el patógeno penetra de forma directa. Martínez (2015) menciona que para que *M. royeri* realice el crecimiento y la colonización celular debe romper la cutícula vegetal a través de mecanismos de interacción. También debido a la capa repelente al agua que la superficie del fruto forma impidiendo que sobre el tejido se forme la película de agua que el patógeno necesita para germinar (Agrios 1988).

Cuadro 7. Incidencia interna expresada en cada clon evaluado

No.	Material Genético	Incidencia interna (%)	No.	Material Genético	Incidencia interna (%)
1	FHIA-269	4	26	FHIA-169	50
2	CATIE-R85	8	27	CATIE-R81	50
3	FHIA-485	9	28	FHIA-765	52
4	CATIE-R32	11	29	CATIE-R29	53
5	CATIE-R7	15	30	FHIA-74	55
6	CATIE-R27	15	31	FHIA-621	59
7	CATIE-R31	15	32	CATIE-R20	59
8	FHIA-687	17	33	FHIA-168	60
9	CAUCASIA-39	17	34	CAUCASIA-47	62
10	FHIA-580	18	35	CATIE-R38	62
11	FHIA-738	19	36	CAUCASIA-43	64
12	FHIA-537	19	37	FHIA-70	66
13	FHIA-513	23	38	CATIE-R10	67
14	FHIA-359	26	39	FHIA-245	67
15	FHIA-32	29	40	CATIE-R49	68
16	CATIE-R47	33	41	CATIE-R9	71
17	CATIE-R12	36	42	FHIA-708	72
18	CATIE-R82	38	43	CATIE-R26	72
19	FHIA-707	43	44	IA-RO	77
20	FHIA-719	42	45	CAUCASIA-37	79
21	FHIA-577	44	46	CCN-51	84
22	CATIE-R72	45	47	FHIA-193	88
23	CATIE-R48	46	48	FHIA-168	97
24	FHIA-478	46	49	FCS-A2	97
25	FHIA-715	46	50	CATIE-R66	100

5.3 Severidad externa de *M. royeri*

Entre los clones que se destacaron por su baja severidad externa (cuadro 8) están FHIA-580, CATIE-R32, FHIA-687, FHIA-359, FHIA-269 y CATIE-R27, los cuales presentaron grados de severidad entre 0 y 1 (fruto sano y puntos aceitosos respectivamente).

Cuadro 8. Severidad externa expresada en los clones evaluados

No.	Material Genético	Severidad externa (0-5)	No.	Material Genético	Severidad externa (0-5)
1	FHIA-580	0.06	26	CATIE-R9	0.76
2	CATIE-R32	0.07	27	CATIE-R38	0.86
3	FHIA-359	0.14	28	FHIA-707	0.86
4	FHIA-269	0.15	29	CATIE-R72	0.95
5	CATIE-R27	0.15	30	CAUCASIA-43	0.95
6	FHIA-687	0.20	31	FHIA-765	0.77
7	CATIE-R29	0.20	32	FHIA-621	0.95
8	CAUCASIA-39	0.22	33	CATIE-R48	1.00
9	CATIE-R82	0.27	34	CATIE-R10	1.05
10	CATIE-R7	0.30	35	FHIA-169	1.10
11	CATIE-R31	0.33	36	FHIA-715	1.15
12	CATIE-R85	0.33	37	FHIA-70	1.16
13	CATIE-R12	0.36	38	FHIA-577	1.16
14	FHIA-537	0.38	39	FHIA-74	1.24
15	CATIE-R81	0.39	40	CATIE-R20	1.35
16	CATIE-R47	0.43	41	CAUCASIA-37	1.41
17	FHIA-32	0.50	42	FHIA-168	1.64
18	CAUCASIA-47	0.53	43	FHIA-245	2.00
19	FHIA-485	0.54	44	CATIE-R66	2.53
20	FHIA-513	0.54	45	FHIA-708	2.45
21	CATIE-R49	0.59	46	FHIA-168	2.53
22	FHIA-719	0.59	47	IA-RO	2.81
23	CATIE-R26	0.59	48	FHIA-193	3.09
24	FHIA-738	0.62	49	CCN-51	3.16
25	FHIA-478	0.71	50	FCS-A2	3.67

Como se muestra en el cuadro 6 y 7 estos clones también se destacaron por su baja incidencia externa e interna. El comportamiento de los clones con respecto a la variable severidad externa es epidemiológicamente importante ya que muestra la capacidad que tiene un material en generar inóculo que propicie el desarrollo de la enfermedad (Phillips-Mora 1986).

Según Phillips citado por Martínez (2015), los síntomas externos provocados por *M. roreri* varían según el grado de resistencia de la planta. Por lo tanto, los clones que sobresalen por su baja severidad externa son catalogados como resistentes ya que manifiestan un retardo en la colonización de las mazorcas, lo cual tiene primordial importancia ya que amplía el tiempo para la realización de prácticas sanitarias, dando la oportunidad de eliminar al patógeno o cortar su ciclo biológico (Cruz 1993).

5.4 Severidad interna y clasificación

Mediante la severidad interna se determinó la reacción de los clones a moniliasis según la escala propuesta por Phillips-Mora 2005, como se muestra en el cuadro 9, 33 de los 50 clones evaluados presentaron resistencia, los cuales también se destacaron en las variables descritas anteriormente (cuadro 10).

Los clones FHIA-269, CATIE-R85, CATIE-R7, CATIE-R27, FHIA-687, CATIE-R32, CAUCASIA-39 y FHIA-580 presentaron valores de severidad interna menores a 0.20. Según Cerrón (2012), la severidad del ataque de la moniliasis varía según la zona y época del año, de acuerdo con las condiciones del clima. Tomando en cuenta lo anterior, la zona de La Masica se ha caracterizado por la alta incidencia de moniliasis. La época y las condiciones climáticas durante la realización del estudio fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad, por lo que los clones antes mencionados sobresalen debido a su potencial de resistencia. La resistencia manifestada por estos clones se asocia con la resistencia horizontal, ya que estos no logran protegerse suficientemente de la infección por *M. roreri*, pero sí logran retardar el avance y la dispersión de la enfermedad, con la reducción de los índices de infección, incubación y reproducción del patógeno, lo que lleva un retraso en su desarrollo (Lemus 2009, Martínez 2015).

Cuadro 9. Severidad interna con la respectiva clasificación de los clones

No.	Material Genético	Severidad interna (0-5)	Clasificación	No.	Material Genético	Severidad interna (0-5)	Clasificación
1	FHIA-269	0.04	R	26	CATIE-R10	0.89	R
2	CATIE-R85	0.08	R	27	FHIA-719	0.89	R
3	CATIE-R7	0.15	R	28	FHIA-765	0.90	R
4	CATIE-R27	0.15	R	29	CATIE-R12	0.91	R
5	CAUCASIA-39	0.17	R	30	FHIA-70	1.05	R
6	FHIA-687	0.17	R	31	CATIE-R20	1.18	R
7	CATIE-R32	0.18	R	32	CATIE-R38	1.19	R
8	FHIA-580	0.18	R	33	CATIE-R26	1.22	R
9	FHIA-513	0.25	R	34	CAUCASIA-43	1.31	MR
10	CATIE-R31	0.3	R	35	FHIA-715	1.38	MR
11	FHIA-32	0.35	R	36	CATIE-R48	1.38	MR
12	CATIE-R47	0.38	R	37	FHIA-577	1.44	MR
13	FHIA-537	0.42	R	38	FHIA-621	1.45	MR
14	FHIA-485	0.45	R	39	FHIA-169	1.60	MR
15	FHIA-359	0.46	R	40	CAUCASIA-37	1.62	MR
16	CATIE-R82	0.46	R	41	FHIA-74	1.66	MR
17	FHIA-738	0.5	R	42	FHIA-168	2.62	MS
18	CATIE-R29	0.53	R	43	FHIA-245	2.8	MS
19	CATIE-R81	0.55	R	44	IA-RO	2.96	MS
20	CAUCASIA-47	0.62	R	45	FHIA-708	3.35	MS
21	FHIA-707	0.71	R	46	CCN-51	3.63	MS
22	CATIE-R9	0.71	R	47	FHIA-193	4.09	S
23	CATIE-R49	0.79	R	48	FHIA-168	4.33	S
24	CATIE-R72	0.85	R	49	FCS-A2	4.37	S
25	FHIA-478	0.86	R	50	CATIE-R66	4.79	S

La baja severidad interna observada en los clones resistentes también se puede atribuir a altas cantidades de sustancias fenólicas con alto poder fungotóxico. Enríquez y Soria (1984) describen que los polifenoles son los responsables de la resistencia en las plantas. Además, Maia (1966) concluyó que existen diferencias cualitativas y cuantitativas entre los cultivares de cacao con respecto a la cantidad de sustancias fenólicas de la cascara del fruto y que las

sustancias fenólicas con alto poder fungotóxico solo se encuentran en los frutos de cultivares resistentes o tolerantes.

En caso que el patógeno realice con éxito la penetración del fruto, la planta reacciona con defensa necrótica (síntomas) también denominada hipersensibilidad la cual se caracteriza por la muerte rápida de las células infectadas y la restricción de la expansión del microorganismo, aislando al patógeno de las sustancias que lo nutren para crecer, de esta forma provoca la muerte del hongo por inanición (Agrios 1988, Hammond Kosack y Jones citados por Sepúlveda *et al.* 2003).

Debido a que se realizaron diferentes episodios de inoculación (cuadro 11 y 12) se calculó la correlación de los datos climáticos obtenidos durante la realización del ensayo para establecer la relación entre los datos climáticos respecto a la severidad obtenida. La temperatura con respecto a los valores de severidad interna manifestó un coeficiente de correlación de -0.21, tomando en cuenta que este valor se aproxima a 0, se considera que las dos variables tienen una dependencia débil o negativa.

En cuanto a la relación de la precipitación con la severidad interna se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.19 indicando una correlación débil positiva debido a su proximidad a 0. Sin embargo, no se observa una relación clara entre la temperatura y la precipitación respecto a la incidencia y la severidad, probablemente por el microclima que forma la bolsa que protege los frutos.

Cuadro 10. Incidencia y severidad de los clones resistentes (R) y moderadamente resistentes (MR)

Material Genético	Síntomas externos		Síntomas internos		Clasificación
	Incidencia	Severidad	Incidencia	Severidad	
	(%)	(0-5)	(%)	(0-5)	
FHIA-269	15	0.15	4	0.04	R
CATIE-R85	33	0.33	8	0.08	R
CATIE-R7	15	0.30	15	0.15	R
CATIE-R27	15	0.15	15	0.15	R
FHIA-687	20	0.20	17	0.17	R
CAUCASIA-39	22	0.22	17	0.17	R
CATIE-R32	7	0.07	11	0.18	R
FHIA-580	6	0.06	18	0.18	R
FHIA-513	48	0.54	23	0.25	R
CATIE-R31	19	0.33	15	0.3	R
FHIA-32	50	0.50	29	0.35	R
CATIE-R47	38	0.43	33	0.38	R
FHIA-537	38	0.38	19	0.42	R
FHIA-485	18	0.54	9	0.45	R
FHIA-359	6	0.14	26	0.46	R
CATIE-R82	19	0.27	38	0.46	R
FHIA-738	59	0.62	19	0.5	R
CATIE-R29	20	0.20	53	0.53	R
CATIE-R81	39	0.39	50	0.55	R
CAUCASIA-47	33	0.52	62	0.62	R
FHIA-707	67	0.86	43	0.71	R
CATIE-R9	71	0.76	71	0.71	R
CATIE-R49	53	0.59	68	0.79	R
CATIE-R72	65	0.95	45	0.85	R
FHIA-478	64	0.71	46	0.86	R
CATIE-R10	72	1.05	67	0.89	R
FHIA-719	32	0.59	42	0.89	R
CATIE-R12	18	0.36	36	0.91	R
FHIA-765	61	0.77	52	0.90	R
FHIA-70	92	1.16	66	1.05	R
CATIE-R20	65	1.35	59	1.18	R
CATIE-R38	67	0.86	62	1.19	R
CATIE-R26	50	0.59	72	1.22	R
CAUCASIA-43	72	0.95	64	1.31	MR
FHIA-715	54	1.15	46	1.38	MR
CATIE-R48	62	1.00	46	1.38	MR
FHIA-577	53	1.16	44	1.44	MR
FHIA-621	68	0.95	59	1.45	MR
FHIA-169	50	1.10	50	1.60	MR
CAUCASIA-37	83	1.41	79	1.62	MR
FHIA-74	58	1.24	55	1.66	MR

Cuadro 11. Severidad interna obtenida por cada clon en cada episodio de inoculación

Clon	Temperatura	Precipitación	Concentración (con/ml)	Severidad interna	Clon	Temperatura	Precipitación	Severidad interna	Concentración (con/ml)
FHIA-687	26.4	381.3	1475000	0	CATIE-R9	26.9	399.7	0	2500000
FHIA-687	26.3	460.3	1550000	0.31	CATIE-R9	26.8	408.5	0	2650000
FHIA-269	26.5	376.9	1375000	0	CATIE-R9	26.5	376.9	1	1375000
FHIA-269	26.3	406.2	1200000	0	CATIE-R9	26.4	397.1	0.91	1275000
FHIA-269	25.9	557.1	1225000	0	CATIE-R9	26.4	360.7	0.89	1275000
FHIA-269	25.9	557.1	1325000	0.08	CATIE-R49	26.9	399.7	1.25	2500000
CATIE-R85	26.9	399.7	2500000	0	CATIE-R49	26.8	408.5	0	2650000
CATIE-R85	26.5	376.9	1375000	0	CATIE-R49	26.5	435.5	1	1650000
CATIE-R85	26.4	397.1	1275000	0	CATIE-R72	26.5	435.5	5	1650000
CATIE-R85	25.9	557.1	1225000	0.2	CATIE-R72	26.4	397.1	1	1275000
CATIE-R7	26.4	360.7	1275000	0	CATIE-R72	26.4	360.7	1	1275000
CATIE-R7	26.4	360.7	1275000	0.1	CATIE-R72	26.4	360.7	0	1275000
CATIE-R7	26.3	406.2	1200000	0.2	CATIE-R72	26.3	406.2	1	1200000
CATIE-R7	26.3	427.9	1550000	0	CATIE-R72	26.3	427.9	0.33	1550000
CATIE-R7	25.9	557.1	1225000	0.5	CATIE-R72	25.9	557.1	0.86	1325000
CATIE-R27	26.8	408.5	2650000	0	FHIA-478	26.4	381.3	0.92	1475000
CATIE-R27	26.5	376.9	1375000	0.5	FHIA-478	26.3	434.3	0.81	1600000
CATIE-R27	26.5	435.5	1650000	0	CATIE-R10	26.5	435.5	1	1650000
CATIE-R32	26.9	399.7	2500000	0.5	CATIE-R10	26.3	406.2	0.33	1200000
CATIE-R32	26.8	408.5	2650000	0	CATIE-R10	25.9	557.1	1	1225000
CATIE-R32	26.5	376.9	1375000	0	CATIE-R12	26.9	399.7	1	2500000
CATIE-R32	26.4	397.1	1275000	0	CATIE-R12	26.5	376.9	1.6	1375000
CATIE-R32	25.9	557.1	1225000	2	CATIE-R12	26.4	397.1	0	1275000
CAUCASIA-39	26.9	399.7	2500000	0.14	CATIE-R12	25.9	557.1	0	1225000
CAUCASIA-39	26.8	408.5	2650000	0	FHIA-719	26.9	399.7	0	2500000
CAUCASIA-39	26.5	435.5	1650000	0	FHIA-719	26.8	408.5	0	2650000
CAUCASIA-39	26.4	360.7	1650000	0	FHIA-719	26.5	376.9	0.33	1375000
CAUCASIA-39	26.3	406.2	1200000	0.3	FHIA-719	26.5	435.5	1.35	1650000
CAUCASIA-39	26.3	427.9	1550000	0.22	FHIA-719	25.9	557.1	2	1325000
FHIA-580	26.9	399.7	2500000	0.25	FHIA-70	26.5	376.9	1.67	1375000
FHIA-580	26.8	408.5	2650000	0	FHIA-70	26.3	406.2	0.5	1200000
FHIA-513	26.3	410.3	1975000	0	FHIA-70	26.3	427.9	0.64	1550000
FHIA-513	26.3	460.7	1550000	0.31	FHIA-70	25.9	557.1	1.6	1225000
CATIE-R31	26.5	376.9	1375000	0	FHIA-70	25.9	557.1	1.33	1325000
CATIE-R31	26.5	435.5	1650000	0	FHIA-765	26.3	410.3	1.16	1975000
CATIE-R31	26.4	360.7	1650000	0.33	FHIA-765	26.3	460.3	0.5	1550000
CATIE-R31	26.3	406.2	1200000	1.1	CATIE-R20	26.8	408.5	0	2650000
CATIE-R31	25.9	557.1	1225000	1.5	CATIE-R20	26.4	360.7	1	1650000

*Los datos de la temperatura se tomaron en base a la temperatura media diaria mientras que la precipitación es la obtenida en todo el periodo de incubación.

Cuadro 12. Severidad interna obtenida en cada clon en cada episodio de inoculación (cont...)

Clon	Temperatura	Precipitación	Concentración (con/ml)	Severidad interna	Clon	Temperatura	Precipitación	Severidad interna	Concentración (con/ml)
CATIE-R20	26.3	427.9	1550000	1.25	FHIA-707	26.4	360.7	0	1275000
CATIE-R20	25.9	557.1	1225000	0.33	FHIA-707	26.4	360.7	0.33	1420000
CATIE-R20	25.9	557.1	1325000	2.75	FHIA-707	26.3	427.9	1.09	1550000
FHIA-32	26.3	399.3	1420000	0.16	FHIA-707	25.9	557.1	0.33	1325000
FHIA-32	26.3	434.3	1600000	0.56	CATIE-R38	26.5	376.9	2	1375000
CATIE-R47	26.9	399.7	1420000	0.75	CATIE-R38	26.4	397.1	3.33	1275000
CATIE-R47	26.5	376.9	1375000	1.5	CATIE-R38	26.4	360.7	1	1275000
CATIE-R47	26.5	435.5	1650000	0.2	CATIE-R38	26.3	427.9	0.4	1550000
CATIE-R47	26.4	397.1	1275000	0.33	CATIE-R38	25.9	557.1	1	1225000
CATIE-R47	26.4	360.7	1275000	0	CATIE-R38	25.9	557.1	0	1325000
CATIE-R47	26.3	406.2	1200000	0	CATIE-R26	26.9	399.7	1	1420000
FHIA-537	26.3	410.3	1975000	0.75	CATIE-R26	26.8	408.5	1	2650000
FHIA-537	26.3	460.7	1550000	0.36	CATIE-R26	26.4	397.1	1.1	1275000
FHIA-485	26.5	376.9	1375000	0	CATIE-R26	25.9	557.1	1.5	1325000
FHIA-485	26.3	406.2	1200000	0	CAUCASIA-43	26.9	399.7	0.5	1420000
FHIA-485	25.9	557.1	1325000	1.66	CAUCASIA-43	26.8	408.5	0	2650000
FHIA-359	26.4	360.7	1275000	0.46	CAUCASIA-43	26.5	435.5	2.8	1650000
CATIE-R82	26.9	399.7	1420000	0.5	CAUCASIA-43	26.4	360.7	0.67	1275000
CATIE-R82	26.8	408.5	2650000	0	CAUCASIA-43	26.4	360.7	0.33	1420000
CATIE-R82	26.5	376.9	1375000	0.58	CAUCASIA-43	26.3	427.9	1.63	1550000
CATIE-R82	26.4	397.1	1275000	0.67	FHIA-715	26.3	410.3	3.06	1975000
CATIE-R82	26.4	360.7	1275000	0	FHIA-715	26.3	460.3	1.09	1550000
FHIA-738	26.8	408.5	2650000	1.33	CATIE-R48	26.5	376.9	2.5	1375000
FHIA-738	26.5	435.5	1650000	1.33	CATIE-R48	26.4	397.1	1	1275000
FHIA-738	26.4	397.1	1275000	1	CATIE-R48	26.3	427.9	1.67	1550000
FHIA-738	26.4	360.7	1275000	0.2	CATIE-R48	25.9	557.1	1	1325000
FHIA-738	26.4	360.7	1275000	0	FHIA-577	26.9	399.7	0	1420000
FHIA-738	26.3	406.2	1200000	0	FHIA-577	26.5	376.9	3.33	1375000
FHIA-738	26.3	427.9	1550000	0.37	FHIA-577	26.4	397.1	0	1275000
CATIE-R29	26.9	399.7	1420000	1	FHIA-577	26.4	360.7	0.2	1275000
CATIE-R29	26.5	376.9	1375000	1	FHIA-577	26.3	406.2	0.4	1200000
CATIE-R29	26.5	435.5	1650000	0.17	FHIA-577	26.3	427.9	0.33	1550000
CATIE-R29	25.9	557.1	1325000	0	FHIA-577	25.9	557.1	2.28	1325000
CATIE-R81	26.9	399.7	1420000	0.5	FHIA-621	26.3	410.3	1	1975000
CATIE-R81	26.8	408.5	2650000	0	FHIA-621	26.3	460.7	1.71	1550000
CATIE-R81	26.5	376.9	1375000	0	FHIA-169	26.3	434.3	1.6	1600000
CATIE-R81	26.5	435.5	1650000	0.75	CAUCASIA-37	26.8	408.5	0	2650000
CATIE-R81	25.9	557.1	1325000	1.2	CAUCASIA-37	26.5	376.9	1.57	1375000
CAUCASIA-47	26.9	399.7	1420000	0.5	CAUCASIA-37	26.4	397.1	0	1275000
CAUCASIA-47	26.5	435.5	1650000	1	CAUCASIA-37	26.4	360.7	2	1275000
CAUCASIA-47	26.4	360.7	1275000	1	CAUCASIA-37	26.3	406.2	0.75	1200000
CAUCASIA-47	26.3	406.2	1200000	0	CAUCASIA-37	25.9	557.1	2.83	1225000
CAUCASIA-47	26.3	427.9	1550000	0.57	FHIA-74	26.3	399.3	2.77	1420000
CAUCASIA-47	25.9	557.1	1225000	0.5	FHIA-74	26.3	434.3	1.5	1600000

*Los datos de la temperatura se tomaron en base a la temperatura media diaria mientras que la precipitación es la obtenida en todo el periodo de incubación.

VI. CONCLUSIONES

Siete de los 13 materiales evaluados ubicados en el lote Marapolan que presentan características de fineza fueron identificados como resistentes, cuatro moderadamente resistentes y dos presentaron susceptibilidad a moniliasis.

Los clones que presentaron resistencia fueron FHIA-687, FHIA-513, FHIA-32, FHIA-537, FHIA-359, FHIA-478 y FHIA-765. Los clones FHIA-715, FHIA-621, FHIA-169 y FHIA-74 presentaron moderada resistencia.

Los clones ubicados en el lote de Prueba Multilocal estudiados en 2012-2014, se clasificaron 26 resistentes, cuatro moderadamente resistentes, cinco moderadamente susceptibles y dos susceptibles.

Entre los clones que presentaron resistencia están FHIA-269, CATIE-R85, CATIE-R7, CATIE-R27, CAUCASIA-39, CATIE-R32 y FHIA-580. Mientras que los clones CAUCASIA-43, CATIE-R48, FHIA-577 y CAUCASIA-37 presentaron moderada resistencia.

No se observó una relación clara entre la temperatura y la precipitación respecto a la severidad interna de los clones en cada episodio de inoculación, por lo que podría atribuirse al microclima formado por la bolsa que protege el fruto.

VII. RECOMENDACIONES

Continuar con la evaluación de los cultivares hasta alcanzar la cantidad ideal de frutos evaluados por cada clon para determinar con suficiente confiabilidad su resistencia.

Inocular igual cantidad de frutos por clon por episodio de inoculación con el objetivo de facilitar la interpretación de datos.

Utilizar frutos producto de la polinización manual, ya que teniendo certeza de la edad de los frutos se hará una mejor selección de los mismos para la inoculación.

Estudiar el microclima que se genera en el interior de la bolsa que protege los frutos para hacer una correcta interpretación de los resultados.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Agrios, GN. 1988. Fitopatología. 1era edición. DF, MX, Limusa.743 p.

Agrodiario. 2015. Moniliasis afecta 85 % de plantaciones de cacao de Bolivia. (en línea). Consultado 12 julio 2015. Disponible en <http://www.agrodiario.hn/node/413>

Albán, C. 2008. Mejoramiento de la producción de cacao (*Theobroma cacao*) mediante polinización artificial. Loja, EC. Universidad Técnica Particular de Loja. 2 p

Alvarado, E. 2006. Línea base para la caracterización de la cadena productiva de cacao y diagnóstico de la cooperación entre actores/ Programa cacao Centroamérica. Cortes, HN, APROCACAO, CATIE. 40 p

ANACAFE (Asociación Nacional del Café).2004. Cultivo de cacao. GT. 24 p

Arbeláez, LM. 2010. Análisis de la diversidad intraespecie de *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans *et al.* por medio de marcadores morfológicos y genéticos. Tesis M.Sc en Biotecnología. Medellín, CO, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. 80 p

Arciniegas Leal, AM. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 144 p

Avelino, J; ten Hoopen, M; Declerck, F. 2011. Ecosystem service from agricultura and agroforestry: measurement and payment / Ecological mechanisms for pest and disease control in cofee and cocoa agroecosystem of the neotropics. 1 ed. London, UK, Earthscan. p 91-118

Batista, L. 2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, DO. CEDAF. 250 p

Braudeau, J. 1970. El cacao. 1ra edición, Barcelona, ES, Blume. 297 p

Cerrón Gamarra, G. 2012. Guía técnica “Asistencia técnica dirigida en manejo integrado del cultivo de cacao”. Perú, UNAML. 38p

Chacón Useche, FA. 2009. Evaluación de sustratos de tratamientos de semillas y sustrato, para la producción de plantas de cacao (*Teobroma cacao* L) en vivero. Tesis Ing. Agr. Venezuela, Universidad experimental del Taquira.

Córdoba, C; Cerda, R; Deheuvels, O; Hidalgo, E; Declerck, F. 2013. Polinizadores, polinización y producción potencial de cacao en sistemas agroforestales de Bocas del Toro, Panamá. Agroforesteria en las Américas (49):26-32

Correa Álvarez, J; Castro Martínez, S; Coy, J. 2014. Estado de la Moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. Medellín, CO. 12 p

Cruz Bermeo, MS. 1993. Determinación de fuentes de resistencia de cacao de origen Nacional al ataque de *Monilia roreri* (Cif. y Par.). Tesis Ing. Agr. Guayaquil, EC, Universidad de Guayaquil. 102 p

Cruz Montesinos, E. 2012. Caracterización de la cadena de valor de cacao en El Salvador. MAG, CENTA, IICA. 71 p.

David Thurston, H. 1989. Enfermedades de cultivos en el trópico. Trad Galindo, JJ. Turrialba, CR, CATIE. 232 p

Dubón Dubón, A; Sánchez López, JA. 2011. Manual de producción de cacao. 1ra ed. La Lima, Cortes, HN, FHIA. 208 p

ECORAE (Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico). 2001. Compendio de recomendaciones tecnológicas para los principales cultivos de la Amazonia Ecuatoriana. Quito, EC. 175 p

Enríquez, G. 1987. Manual del cacao para agricultores. 1era ed. San José, CR, EUNED. 150 p

_____.1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Turrialba, CR. CATIE. 241 p

_____; Soria, J. 1984. Mejoramiento genético para resistencia a cinco enfermedades de cacao. Turrialba, CR, CATIE. 26 p

_____; Paredes, A. 1983. El cultivo de cacao. 2da ed. San Jose, CR, EUNED. 42 p

_____; Salazar, LG. 1979. Monilia, una nueva enfermedad que afecta el cacao de Costa Rica en la zona de Cahuita. Turrialba, CR, CATIE. 15 p

Escobedo Aguilar, A. 2012. Cadena productiva de cacao de Honduras. 1era ed. Turrialba, CR, CATIE. 26 p

Evans, HC; Stalpers, JA; Samson, RA; Benny, JL. 1978. On the taxonomy of *Monilia roreri* an important pathogen of *Theobroma cacao* in South America. Gainesville, Florida, USA. Canadian Journal of Botany. p 56

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2015. Informe Técnico 2014/ Programa de Cacao y Agroforesteria. La Lima, Cortes. 125 p

_____. 2012. La Moniliasis del cacao: un enemigo a vencer/ Proyecto Promoción de sistemas agroforestales de alto valor con cacao en Honduras. 1era ed. La Lima, Cortés, HN. 36 p

_____. 2007. Informe Técnico 2006/ Programa de Cacao y Agroforesteria. La Lima, Cortés. 119 p

_____. 2002. La Moniliasis de cacao: conózcala y combátala. Cortes, HN. 2 p

Galindo, JJ. 1985. Enfermedades del cacao de importancia económica en América. Turrialba, CR, CATIE. 27 p

Gonzales Hiuman, FS. 2008. Eco fisiología del cacao. (en línea). Consultado 30 abril 2015. Disponible en <http://diplomado2007unas.blogspot.com/2008/01/ecofisiologia-del-cacao.html>

González, LC; Vega, EV. 1992. Evaluación de la reacción a moniliasis en clones e híbridos de cacao en Rio Frio, Costa Rica. Agronomía Costarricense 16(1):13-22

Hardy, F. 1961. Manual de cacao. Turrialba, CR, Editorial Antonio Letmann. 429 p

Hernández Gómez, E. 2014. Diagnóstico fitosanitario en cacao (*Theobroma cacao L*) en Chiapas. Tesis M.Sc. Montecillo, MX, Colegio de Postgraduados. 77 p

Hernández Hernández, C; López Andrade, PA; Ramírez Guillermo, MA; Azpeitia Morales, A. 2009. Avances en la caracterización física de clones de cacao tolerantes a la moniliasis. XXI Reunión científica-tecnológica forestal y agropecuaria Tabasco'2009. Tabasco, MX, INIFAP:302-307

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), CORPROICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia). 2008. Manejo integral de la Moniliasis del cacao una propuesta técnica y educativa / Campaña Educativa y de Extensión para la sensibilización, motivación y adopción del Manejo de la Moniliasis del Cacao, en las principales zonas productoras de los departamentos de Santander, Norte de Santander, Arauca, Huila y Tolima . 1 era ed. Bogotá, CO, Produmedios. 68 p

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 1987. Proyectos: Cacao Cardamomo. Coban, Alta Verapaz, GT. 60 p

_____. 1985. Proyecto de consolidación del desarrollo agropecuario del Coto Sur. San José, CR. Vol. 4

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2010. Guía tecnológica del cultivo de cacao. 4ta ed. Managua, NI. 42 p

Isla Ramírez, E; Andrade Adaniya, B. 2009. Propuesta para el manejo de cacao orgánico. 1ra ed. Lima, PE, Editorial Fundación Conservación Internacional. 92 p

Jaimes Suarez, Y; Aránzazu Hernández, F. 2010. Manejo de enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L) en Colombia, con énfasis en Monilia (*Moniliophthora roreri*). 1era ed. CO, Corpoica. 90 p

Johnson, JM; Bonilla, JC; Agüero Castillo, L. 2008. Manual de manejo y producción de cocotero. León, NI. 40 p

Krauss, U; ten Hoopen, M; Hidalgo, E; Martínez, E; Arroyo, C; García, J; Portuguez, A; Sánchez, V . 2003. Manejo integrado de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao (*Theobroma cacao*) en Talamanca, Costa Rica. Agroforesteria en las Américas 10(1):37 - 38

La Nación. 2013. Cacao se reactiva en Costa Rica debido a calidad y mayor demanda. (en línea). San Jose, CR. Consultado 12 julio 2015. Disponible en http://www.nacion.com/archivo/Cacao-reactiva-Costa-Rica-demanda_0_1335666580.html

La Tribuna. 2015. Sube la producción de cacao hondureño. (en línea). Consultado 12 julio 2015. Disponible en <http://www.latribuna.hn/2015/03/09/sube-la-produccion-de-cacao-hondureno/>

_____. 2014. Producción de cacao en Honduras asciende a 1,400 toneladas. (en línea). Consultado 12 julio 2015. Disponible en <http://www.latribuna.hn/2014/11/27/produccion-de-cacao-en-honduras-asciende-1400-toneladas>

Lass, RA. 1985. Cocoa / Diseases. 4th ed. London, UK, Tropical Agriculture Series. Longmans: 265- 305

Lemus Isla, Y. 2009. Genética de la resistencia a las enfermedades en plantas hortícolas. Temas de Ciencia y Tecnología 13(39): 41-44

León, J. 2000. Botánica de los Cultivos Tropicales. 3 ed. San José, CR, IICA. 678 p

Llach Cordero, L; Villegas Barrantes, O; Martínez Álvarez, PL; Campos Arce, R; Solano Chévez, OS. 2007. Caracterización de la Agrocadena Cacao. Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección Regional Huetar Norte. CR. 17 p

López Báez, O; González Mejía, O; Lee Rodríguez, V; Alvarado Gaona, A; Ramírez González, S; Ramírez González, M; Méndez Ramírez, JL; Malc Gehrke, V. 2006. Diagnóstico y técnicas para el manejo de la Moniliasis del cacao. 1era ed. Chiapas, MX. 43 p

_____; Ramírez-González, SI; Espinosa-Zaragoza; S; Moreno- Martínez, JL; Ruiz-Bello, C; Villarreal-Fuentes, JM; González-Mejía, O. 2015. Comportamiento de la Moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) en Tapachula, Chiapas, México. Acta Agrícola y Pecuaria 1 (1): 16-23

Madriz Ordeñana, K. 2002. Mecanismos de defensa en las interacciones planta-patógeno. Manejo Integrado de Plagas (63):22 – 32

Maia Rocha, H. 1966. Importancia de las sustancias fenólicas en el mecanismo fisiológico de la resistencia de cacao (*Theobroma cacao* L.) a *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 42 p

Martínez Botello, DH. 2015. Caracterización de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L) por su respuesta de defensa a *Moniliophthora roreri* y su polimorfismo de SSRs. Tesis M.Sc. Bogotá, CO, Universidad Nacional de Colombia. 177 p

Mejía, O; Canales, M. 2010. Cadena de cacao en Honduras 2009/ Caracterización del eslabón primario. Tegucigalpa, HN, PYMERURAL. 36 p

Miguel Estrada, WJ; Romero Castellanos, XG; Moreno Peraza, JA. 2011. Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. San Salvador, SV. 22 p

Ministerio de Agricultura de Perú. 2012. Manual técnico del cultivo de cacao blanco de Piura. 1era ed. La Lima. 72 p

Najar, T; Thomas, S. 2001. El efecto de los microorganismos eficaces en la supresión del hongo *Moniliophthora roreri* bajo condiciones de laboratorio y campo con inoculación artificial. Tesis Ing. Agro. Guácimo, CR, Universidad Earth. 60 p

Navarro Prado, M; Mendoza Alonso, I. 2006. Cultivo del cacao en sistemas agroforestales. Guía para promotores. 1era ed. El Castillo, NI, ProDeSoc. 67 p

Ocampo Arias, CM; Ávila Torres, LA, Ladino Franco, JJ. 2014. Cacao/Ficha técnica para el manejo del cultivo de cacao en el oriente del departamento de Caldas. Bogotá, CO, Fundación Aceso. 78 p

Ogata, N. 2007. El cacao. Veracruz, MX, Biodiversitas 72:1-5

Olivares Pascual, J. 2000. Plantas resistentes a las enfermedades. (en línea). Consultado 30 mayo 2016. Disponible en <http://www.eez.csic.es/~olivares/prensa/ds29-06-00.htm>

Parra, D; Sánchez, L. 2005. El control de la Moniliasis en el cacao. Hoja divulgativa. Taquira, VE, INIA. 4 p

Paredes Andrade, N. 2009. Manual de cultivo de cacao para la Amazonia Ecuatoriana. Quito, EC, INIAP. 25 p.

Pérez Zúñiga, JI. 2009. Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) del Programa de Mejoramiento del CATIE. Tesis M.Sc en Agricultura Ecológica. Turrialba, CR, CATIE. 164 p

Phillips Mora, W. 1986. Evaluación de la resistencia de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L) a *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 119 p

_____; Cerda, R. 2009. Catalogo Enfermedades del cacao en Centroamérica. 1era ed. Turrialba, CR, CATIE. 24 p

_____; Aime, MC; Wilkinson, MJ. 2007. Biodiversity and biogeography of the cacao (*Theobroma cacao*) pathogen *Moniliophthora roreri* in tropical America. Plant Pathology 56:911-922

_____; Wilkinson, MJ. 2007. Frosty pod of cacao: A disease with a limited geographic range but unlimited potential of damage. Turrialba, CR, Phytopathology 97:1644-1647

_____. 2006. Taller Regional Andino de Aplicación Tecnológica en el Cultivo de Cacao/ La Moniliasis del cacao: un enemigo que podemos y debemos vencer. Quevedo, EC, IICA: 21-25

Porras, VH; Enríquez, GA. 1998. Avances de la Moniliasis del cacao en Centroamérica. San José, CR, IICA. 20 p

_____; Sánchez, JA. 1991. Enfermedades del cacao. La Lima, Cortes, HN, FHIA- IICA. Serie Tecnología, Comunicación y Desarrollo. Fascículo n. 5. 33 p

Ramírez, O; Sánchez, J; Dubón, A; López, M y Woda, C. 2015. Trabajos realizados Evaluación de descripción, agronómica y morfológica de materiales genéticos de cacao recomendados para la zona cacaotera de Honduras. FHIA. 94 p

Ramírez Gonzales, SI. 2008. La Moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema de cacao en México. Tecnología en Marcha, 21(1):97-110

_____. 2013. Efectividad de extractos vegetales en el manejo de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) del cacao (*Theobroma cacao* L.) en México. Tesis Doctoral. Heredia, CR, Universidad Nacional de Costa Rica. 162 p

Ramírez Guillermo, MA; López Andrade, PA; Hernández Hernández, C; Azpeitia Morales, A; Acuña, M. 2009. Validación de la remoción de inóculo y aplicación de fungicida químico en el control de *Moniliophthora roreri* del cacao en Huimanguilo, Tabasco. XXI Reunión científica-tecnológica forestal y agropecuaria Tabasco'2009. Tabasco, MX, INIFAP:348-376

Rojas, F; Sacristán Sánchez, E. 2013. Guía ambiental para el cultivo del cacao. 2da edición. CO, FEDECACAO. 127 p

Sánchez Mora, FD; Garcés Fiallos, FR. 2012. *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans *et al.* en el cultivo de cacao. Quito, EC, Scientia Agropecuaria: 249-258

Sepúlveda Jiménez, G; Porta Ducoing, H; Rocha Sosa, M. 2003. Participación de metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. Revista Mexicana de Fitopatología 1(003):355-363

Solís Bonilla, JL; Zamarripa Colmenero, A; Pecina Quintero, V; Garrido Ramírez, E; Hernández Gómez, E. 2015. Evaluación agronómica de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a Moniliasis. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 6(1):71-82

Somarriba, E. 2013. Oferta mundial de tecnologías de producción de cacao prioritarias para elevar los rendimientos, mejorar la calidad del cacao y asegurar la sostenibilidad y seguridad alimentaria de las familias cacaoteras de Centroamérica. Programa Agroalimentario Sostenible. San Jose, CR. 36 p

Suarez, C; Delgado, JC. 1993. Moniliasis del cacao. Perú, INIAP. 21 p

Suárez Contreras, YL; Rangel Riaño, AL. 2013. Aislamiento de microorganismos para control biológico de *Moniliophthora roreri*. Palmira, CO, Acta Agronómica 62 (4): 370-378

Tarqui Freire, OM. 2010. Evaluación de clones de cacao (*Theobroma cacao* L) provenientes de plántulas híbridas seleccionadas por resistencia a la enfermedad Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*). Tesis Ing. Agr. Quevedo, EC, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 53 p.

Tazelaar, CJ. 1991. Epidemiology of *Moniliophthora roreri* a field study in the Atlantic zone of Costa Rica. San José, CR, CATIE. 47 p

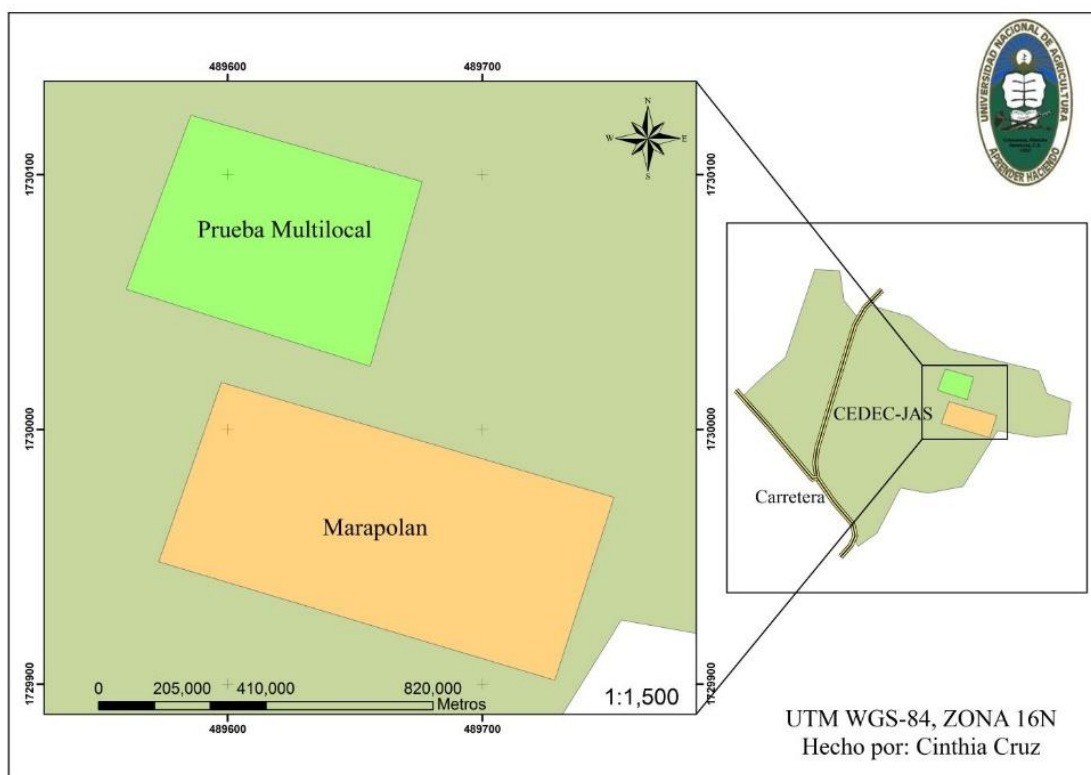
Torres de la Cruz, M; Ortiz García, CF; Téliz Ortiz, D; Mora Aguilera, A; Nava Díaz, C. 2013. Efecto del Azoxystrobin sobre *Moniliophthora roreri*, agente causal de la Moniliasis del cacao (*Theobroma cacao*).Texcoco, MX, Revista Mexicana de Fitopatología 31:65-69.

Villamil Carvajal; JE; Viteri Rosero, SE; Villegas Orozco, WL. 2015. Aplicación de Antagonistas Microbianos para el Control Biológico de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en *Theobroma cacao* L. Bajo Condiciones de Campo. CO, Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 68(1):7441-7450.

Ying Sánchez, S; Escobedo, A; Villalobos, M; Somarriba, E. 2013. Programa Agroalimentario Sostenible /Uso actual y oferta de tecnologías sostenibles en las cadenas de valor del cacao en Honduras para mejorar la seguridad alimentaria/ INFORME NACIONAL |Honduras. Turrialba, CR, CATIE. 48 p

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de los lotes experimentales en CEDEC-JAS



Anexo 2. Preparación del medio de cultivo

a) Cortes de los frutos jóvenes de cacao



b) Cocción de los cortes de fruto jóvenes de cacao para la obtención del jugo



c) Separación de la fruta del jugo usado como ingrediente para la preparación del medio de cultivo



d) Ingredientes usados en la preparación del medio de cultivo (Agar Agar, Carbonato de calcio y jugo V8)



e) Mezcla de los ingredientes del medio de cultivo



f) Esterilización del medio de cultivo en el autoclave



Anexo 3. Aislamiento del hongo

a) Fuente de inóculo de *M. roreri*



b) Desinfección de los cortes de tejido sintomático



c) Flameado de los cortes de cacao



d) Corte de pequeñas secciones de tejido sintomático



e) Implante del tejido sintomático en el medio de cultivo



Anexo 4. Preparación de la suspensión de conidias

a) Colonia de *M. roreri*



b) Cosecha de las conidias



c) Mezcla de las conidias con agua destilada



d) Conteo de conidias en el hematocimetro



Anexo 5. Inoculación en campo

a) Aplicación del inóculo en el fruto seleccionado



b) Fruto enjaulado



c) Retiro del papel toalla húmedo (cámara húmeda) 48 horas después de la inoculación



Anexo 6. Resumen de las variables evaluadas

Material Genético	Síntomas Externos				Síntomas Internos				Clasificación
	Incidencia			Severidad	Incidencia			Severidad	
	Infectados	Evaluados	(%)		Infectados	Evaluados	(%)		
FHIA-269	4	26	15	0.15	1	26	4	0.04	R
CATIE-R85	4	12	33	0.33	1	12	8	0.08	R
CATIE-R7	4	27	15	0.30	4	27	15	0.15	R
CATIE-R27	3	20	15	0.15	3	20	15	0.15	R
FHIA-687	6	30	20	0.20	5	30	17	0.17	R
CAUCASIA-39	5	23	22	0.22	4	23	17	0.17	R
CATIE-R32	2	27	7	0.07	3	27	11	0.18	R
FHIA-580	1	17	6	0.06	3	17	18	0.18	R
FHIA-513	23	48	48	0.54	11	48	23	0.25	R
CATIE-R31	5	27	19	0.33	4	27	15	0.3	R
FHIA-32	17	34	50	0.50	10	34	29	0.35	R
CATIE-R47	8	21	38	0.43	7	21	33	0.38	R
FHIA-537	10	26	38	0.38	5	26	19	0.42	R
FHIA-485	2	11	18	0.54	1	11	9	0.45	R
FHIA-359	2	35	6	0.14	9	35	26	0.46	R
CATIE-R82	5	26	19	0.27	10	26	38	0.46	R
FHIA-738	19	32	59	0.62	6	32	19	0.5	R
CATIE-R29	3	15	20	0.20	8	15	53	0.53	R
CATIE-R81	7	18	39	0.39	9	18	50	0.55	R
CAUCASIA-47	7	21	33	0.52	13	21	62	0.62	R
FHIA-707	14	21	67	0.86	9	21	43	0.71	R
CATIE-R9	27	38	71	0.76	27	38	71	0.71	R
CATIE-R49	10	19	53	0.59	13	19	68	0.79	R
CATIE-R72	13	20	65	0.95	9	20	45	0.85	R
FHIA-478	18	28	64	0.71	13	28	46	0.86	R
CATIE-R10	13	18	72	1.05	12	18	67	0.89	R
FHIA-719	12	38	32	0.59	16	38	42	0.89	R
CATIE-R12	2	11	18	0.36	4	11	36	0.91	R
FHIA-765	19	31	61	0.77	16	31	52	0.90	R
FHIA-70	35	38	92	1.16	25	38	66	1.05	R
CATIE-R20	11	17	65	1.35	10	17	59	1.18	R
CATIE-R38	14	21	67	0.86	13	21	62	1.19	R
CATIE-R26	16	32	50	0.59	23	32	72	1.22	R
CAUCASIA-43	28	39	72	0.95	25	39	64	1.31	MR
FHIA-715	14	26	54	1.15	12	26	46	1.38	MR
CATIE-R48	8	13	62	1.00	6	13	46	1.38	MR
FHIA-577	17	32	53	1.16	14	32	44	1.44	MR
FHIA-621	15	22	68	0.95	13	22	59	1.45	MR
FHIA-169	5	10	50	1.10	5	10	50	1.60	MR
CAUCASIA-37	24	29	83	1.41	23	29	79	1.62	MR
FHIA-74	22	38	58	1.24	21	38	55	1.66	MR
FHIA-168	17	25	68	1.64	15	25	60	2.62	MS
FHIA-245	13	15	87	2.00	10	15	67	2.8	MS
IA-RO	21	26	81	2.81	20	26	77	2.96	MS
FHIA-708	22	29	76	2.45	21	29	72	3.35	MS
CCN-51	17	19	89	3.16	16	19	84	3.63	MS
FHIA-193	30	32	94	3.09	28	32	88	4.09	S
FHIA-168	35	36	97	2.53	35	36	97	4.33	S
FCS-A2	28	30	93	3.67	29	30	97	4.37	S
CATIE-R66	19	19	100	2.53	19	19	100	4.79	S

Anexo 7. Síntomas externos e internos observados en clones que presentaron resistencia

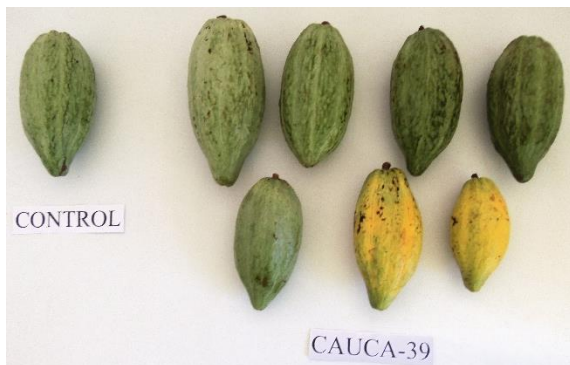
a) FHIA-269



b) CATIE-R7



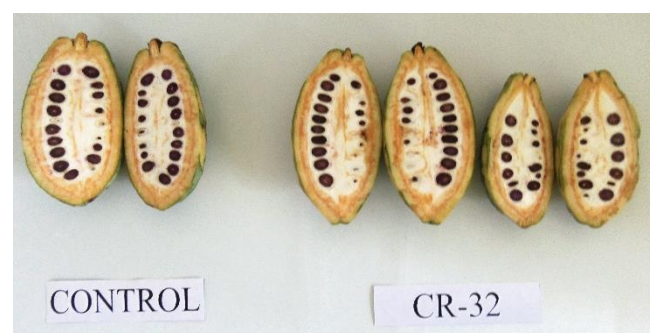
c) Caucasia-39



d) FHIA-687



e) CATIE-R32



Anexo 8. Síntomas externos e internos de clones moderadamente resistentes

a) Caucasia-43



b) FHIA-715



c) CATIE-R48



Anexo 9. Síntomas externos e internos de clones moderadamente susceptibles

a) CCN-51



Anexo 10. Síntomas externos e internos de clones susceptibles

a) FHIA-193



b) FHIA-168



c) FCS-A2

