

ARTIGOS

Reacción a *Moniliophthora roreri* en *Theobroma* spp. en Caquetá, Colombia

Armando Sterling Cuéllar¹, Marfi Andrea Hermida Daza^{1,2}, Carlos Hernando Rodríguez León¹, Yasodhara Marieth Salas Tobón¹, María Natali Nieto Guzmán^{1,2}, Diego Ferney Caicedo Rodríguez¹

¹Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI Sede Florencia. Calle 17 No. 11-67, 2º Piso, Florencia, Caquetá (Colombia).

²Universidad de la Amazonia, Grupo de Micología GINMUA. Sede Principal. Avd. Circunvalación, Barrio El Porvenir. Florencia, Caquetá (Colombia).

Autor para correspondencia: Armando Sterling Cuéllar (asterling@sinchi.org.co)

Data de chegada: 21/08/2014. Aceito para publicação em: 29/06/2015.

10.1590/0100-5405/2026

RESUMEN

Sterling, C.A.; Hermida-Daza, M.A.; Rodríguez-León, C.H.; Salas-Tobón, Y. M.; Nieto-Guzmán, M.N.; Caicedo-Rodríguez, D.F. Reacción a *Moniliophthora roreri* en *Theobroma* spp. en Caquetá, Colombia. *Summa Phytopathologica*, v.41, n.3, p.183-190, 2015.

El objetivo de este estudio fue evaluar *in situ* la reacción de 50 materiales genéticos de tres especies de *Theobroma* (*T. cacao*, *T. grandiflorum* y *T. bicolor*) a la inoculación controlada de tres aislados autóctonos de *Moniliophthora roreri* (agente causal de la moniliasis del cacao) en el Departamento de Caquetá (Amazonia colombiana). Las variables incidencia de la enfermedad (IMr), severidad externa (SE) y severidad interna (SI), se evaluaron nueve semanas después de la inoculación de mazorcas de 2 a 3 meses de edad con una suspensión de esporas de $1,2 \times 10^5$ esporas/mL. La enfermedad se evidenció en las tres especies de *Theobroma*, sin embargo, ésta no se presentó en 13 de

los 50 materiales genéticos evaluados, representados así: seis *T. grandiflorum*, cinco *T. bicolor* y dos *T. cacao*. Los materiales genéticos de *T. bicolor* y *T. grandiflorum* fueron los menos afectados comparados con los de *T. cacao*. Se encontraron diferencias significativas para IMr, SE y SI entre las tres especies de *Theobroma* y entre los 50 materiales genéticos. Diferencias significativas entre los aislados solo ocurrieron para SE. La incidencia y la severidad de la enfermedad entre materiales genéticos, fueron influenciadas por el patógeno aislado. Los materiales genéticos con menor reacción a *M. roreri* pueden ser utilizados en programas de mejoramiento por resistencia a la moniliasis.

Palabras claves: Moniliasis, Resistencia, incidencia, severidad

RESUMO

Sterling, C.A.; Hermida-Daza, M.A.; Rodríguez-León, C.H.; Salas-Tobón, Y. M.; Nieto-Guzmán, M.N.; Caicedo-Rodríguez, D.F. Reação de *Theobroma* spp. ao fungo *Moniliophthora roreri* em Caquetá, Colombia. *Summa Phytopathologica*, v.41, n.3, p.183-190, 2015.

O objetivo deste estudo foi avaliar *in situ* a reação de 50 materiais genéticos de três espécies de *Theobroma* (*T. cacao*, *T. grandiflorum* e *T. bicolor*) à inoculação controlada com três isolados autóctones de *M. roreri* (agente causal da monilíase do cacau) no Departamento de Caquetá (Amazônia colombiana). As variáveis incidência da doença (IMr), severidade externa (SE) e severidade interna (SI) foram avaliadas nove semanas após a inoculação de frutos de 2 a 3 meses de idade com uma suspensão de esporos de $1,2 \times 10^5$ esporos/mL. A doença evidenciou-se nas três espécies de *Theobroma*, no entanto, 13 dos 50 materiais genéticos não

apresentaram sintomas, bem representados: seis *T. grandiflorum*, cinco *T. bicolor* y dois *T. cacao*. Os genótipos de *T. bicolor* e *T. grandiflorum* foram os menos afetados em comparação aos de *T. cacao*. Encontraram-se diferenças significativas para IMr, SE e SI entre as três espécies de *Theobroma* e entre os 50 materiais genéticos. Diferenças significativas entre isolados só ocorreram para SE. A incidência e a severidade da doença entre materiais foram influenciadas pelo inóculo utilizado. Os genótipos com menor reação a *M. roreri* podem ser utilizados em programas de melhoramento para resistência à monilíase.

Palavras-chave: Monilíase, resistência, incidência, severidade.

ABSTRACT

Sterling, C.A.; Hermida-Daza, M.A.; Rodríguez-León, C.H.; Salas-Tobón, Y. M.; Nieto-Guzmán, M.N.; Caicedo-Rodríguez, D.F. Reaction to *Moniliophthora roreri* in *Theobroma* spp. at Caquetá, Colombia. *Summa Phytopathologica*, v.41, n.3, p.183-190, 2015.

The aim of this study was to evaluate *in situ* the reaction of 50 genetic materials of three species of *Theobroma* (*T. cacao*, *T. grandiflorum* and *T. bicolor*) to controlled inoculation of three autochthonous isolates of *Moniliophthora roreri* (the causal agent of moniliasis or frosty pod disease), at the Department of Caquetá (Colombian Amazonia). The variables disease incidence (IMr), external severity (SE), and internal severity (SI) were evaluated at nine weeks after inoculation of 2-to-3-month-old fruits with a spore suspension of 1.2×10^5 spores/mL. The disease was evidenced in the three species of *Theobroma*; however, 13 of the 50 genetic materials

did not present symptoms, well represented by: six *T. grandiflorum*, five *T. bicolor* and two *T. cacao*. The genotypes of *T. bicolor* and *T. grandiflorum* were the least affected, compared to those of *T. cacao*. There were significant differences for IMr, SE and SI among the three species of *Theobroma* and among the 50 genetic materials. Significant differences among the isolates were found only for SE. The disease incidence and severity among materials were influenced by the used inoculum. Genotypes with less reaction to *M. roreri* can be used in breeding programs for the resistance to moniliasis.

Additional keywords: Moniliasis, resistance, incidence, severity.

El género *Theobroma* comprende 22 especies y es exclusivamente neotropical. Éste se distribuye a lo largo de las selvas tropicales, desde los 18° de latitud norte hasta los 15° de latitud sur. Brasil y Colombia pueden ser considerados como los principales centros de diversidad de éste género, por albergar el mayor número de especies autóctonas (25). Entre las especies de *Theobroma*, el cacao común (*Theobroma cacao* L.), fuente del chocolate, es la especie más cultivada y económicamente importante, y en menor grado el copoazú (*T. grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum) y el maraco (*T. bicolor* Humb. & Bonpl.), con diferentes usos principalmente en la industria agroalimentaria y cosmética (9).

La moniliasis, causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) Evans et al.), es la principal limitante del cultivo de cacao, principalmente en países como Ecuador, Costa Rica, Honduras, Perú, Colombia y México (11, 15, 20).

Según Phillips-Mora et al. (18), la región noroeste de Colombia es considerada como el centro de mayor diversidad genética de *M. roreri* e hipotéticamente el centro de origen de la enfermedad. Se presume que la aparición de la enfermedad tiene relación con el proceso de domesticación del cacao en donde se involucró la asociación de éste con otras especies relacionadas como *Theobroma gireli* (18). En consecuencia, los géneros *Theobroma* y *Herrania* constituyeron hospederos naturales de *M. roreri* (7).

En Colombia, la moniliasis puede causar pérdidas del 40 al 100% del grano seco de cacao dependiendo de las prácticas culturales (3). El control de *M. roreri* se basa principalmente en prácticas culturales, sin embargo, estas son complementadas con otros métodos debido al aumento de la agresividad del patógeno (18). Dentro de estos métodos se destacan el control biológico, químico y genético (19). El control genético es uno de los más promisorios ya que la selección de materiales genéticos resistentes podría proveer una alternativa exitosa a largo plazo y de bajo costo, integrada a otros métodos de manejo de la enfermedad (11, 20).

En Colombia, la selección de materiales genéticos regionales con características sobresalientes representa una de las principales estrategias para mejorar la productividad y la calidad del grano, y combatir la moniliasis (8). Sin embargo, en muchas zonas del país como la Amazonia colombiana, aún se siembran materiales vegetales introducidos que no han sido validados científicamente antes de ser recomendados al nivel del productor, lo que pone en riesgo el establecimiento de nuevas plantaciones que llegan a ser susceptibles a *M. roreri* (1).

Adicionalmente, en la Amazonia colombiana existe un desconocimiento del recurso genético regional tanto de *T. cacao* como de otras especies promisorias de *Theobroma* (*T. grandiflorum* y *T. bicolor*) (9). Esta situación representa una oportunidad para conocer y valorar el uso potencial de materiales genéticos autóctonos, adaptados a las condiciones edafoclimáticas de la región, con características agronómicas sobresalientes y con tolerancia o resistencia a los limitantes fitosanitarios, principalmente a la moniliasis.

El objetivo de este estudio fue evaluar la reacción *in situ* de 50 materiales genéticos de tres especies de *Theobroma* (*T. cacao*, *T. grandiflorum* y *T. bicolor*) a la inoculación controlada de *M. roreri* en condiciones del departamento del Caquetá (Amazonia colombiana).

Área de estudio

Las pruebas de infección controlada, realizadas en campo con inóculo artificial de *M. roreri*, se llevaron a cabo en nueve municipios cacaoteros del departamento del Caquetá (Amazonia noroccidental Colombiana) (Tabla 1). El Caquetá presenta una precipitación promedio anual de 3245 mm, una temperatura media de 25,4 °C, la humedad relativa promedio es de 85,7 % y el brillo solar medio de 1490 horas de luz/año (10).

Fuente de inóculo

Se emplearon tres aislados autóctonos de *M. roreri*: MrC8 (aislado 1), MrC20 (aislado 2) y MrC30 (aislado 3), obtenidos *in vitro* en el año 2012 a partir de frutos de *T. cacao* con síntomas y signos de moniliasis recolectados en tres municipios de tradición cacaotera (Florencia, El Doncello y Belén de los Andaquíes, respectivamente). Estos aislados se localizaron en el Cepario del Laboratorio de Fitopatología del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi en Florencia, Caquetá. Los aislados se conservaron a temperatura ambiente (24°C) en cajas de Petri de 5,2 cm de diámetro con medio agar extracto de malta enriquecido con jugo V8 durante 11 días y se sometieron a fotoperiodo 12 horas luz/oscuridad (20).

Material genético

Se utilizaron 50 materiales genéticos de tres especies de *Theobroma* (Tabla 1). La identidad del material genético fue confirmada por Munar et al. (16), mediante caracterización molecular utilizando la técnica SSR con 15 pares de cebadores microsatélites (mTcCIR3, mTcCIR6, mTcCIR9, mTcCIR10, mTcCIR11, mTcCIR12, mTcCIR13, mTcCIR17, mTcCIR18, mTcCIR19, mTcCIR21, mTcCIR22, mTcCIR25, mTcCIR26 y mTcCIR61).

Inoculación

Para las inoculaciones artificiales se utilizaron frutos de 2 a 3 meses de edad de acuerdo con la metodología descrita por Phillips-Mora (17). Previo a la inoculación, se preparó una suspensión de esporas para cada aislado mediante la adición de 20 mL de agua destilada a cada caja de Petri y se removieron las esporas con un pincel. Se utilizaron dos cajas de Petri por cada aislado. La suspensión se diluyó con 200 mL de agua destilada estéril y dos gotas de Tween 80. La mezcla se agitó durante 10 minutos y luego se ajustó la concentración de esporas a $1,2 \times 10^5$ esporas/mL de acuerdo con el método de Sánchez et al. (26).

Las inoculaciones se realizaron con un bulbo atomizador a través del cual se aplicaron tres aspersiones distribuidas homogéneamente sobre los frutos seleccionados. Luego las mazorcas se cubrieron con bolsas transparentes de polietileno en las que se depositó una toalla de papel estéril humedecida con 30 mL de agua destilada estéril con el fin de proveer una cámara húmeda requerida para favorecer el proceso germinativo e infeccioso del patógeno. Se inocularon entre dos y tres frutos por cada aislado en cada material de *Theobroma* y se realizaron cinco réplicas de inoculación entre los años 2012 y 2013. El número de réplicas reales realizadas en cada material estuvo relacionado con la disponibilidad de frutos presentes en el árbol al momento de la inoculación.

Evaluación

La evaluación de la enfermedad se realizó nueve semanas después de la inoculación. Se evaluaron las variables: 1) incidencia de la enfermedad (IMr) como el porcentaje de frutos enfermos en relación

Especie de <i>Theobroma</i>	Material genético	Procedencia
<i>T. cacao</i> (Cacao común)	SCSA* 97, 103	El Paujil ¹
	SCSA 104, 108	Valparaiso ²
	SCSA 16, 18	San Vicente del Caguan ³
	SCSA 27, 28, 29, 30	Puerto Rico ⁴
	SCSA 42, 43, 45, 50, 71	Florencia ⁵
	SCSA 140, 142, 151	Belen de los Andaquíes ⁶
	SCSA 3, 5, 6, 75, 88, 90	El Doncello ⁷
	SCSA 107, 174, 175, 177, 178, 179, 180	Albania ⁸
<i>T. grandiflorum</i> (Copoazú)	SCSA 73	El Doncello ⁷
	SCSA 152, 154, 158	Belen de los Andaquíes ⁶
	SCSA 160, 161, 169, 170	Albania ⁸
	SCSA 115, 117, 121, 124	Valparaiso ²
<i>T. bicolor</i> (Bacao ó Maraco)	SCSA 64	Florencia ⁵
	SCSA 41	La Montañita ⁹
	SCSA 32	El Doncello ⁷
	SCSA 143	Belen de los Andaquíes ⁶
	SCSA 113, 119, 120	Valparaiso ²

*SCSA Selección Caquetá Sinchi Acamafrut

¹ 1° 34' 10" N, 75° 19' 35" W; ² 1° 11' 36" N, 75° 42' 23" W; ³ 2° 6' 55" N, 74° 46' 12" W; ⁴ 1° 54' 27" N, 75° 9' 30" W; ⁵ 1° 36' 51" N, 75° 36' 42" W; ⁶ 1° 24' 59" N, 75° 52' 21" W; ⁷ 1° 40' 48" N, 75° 17' 6" W; ⁸ 1° 19' 44" N, 75° 52' 42" W; ⁹ 1° 28' 45" N, 75° 26' 10" W.

Tabla 1. Materiales genéticos de *Theobroma* spp. probados por la reacción a *Moniliophthora roreri* en Caquetá, Colombia.

con el total de frutos inoculados; 2) severidad externa (SE): basada en la apariencia externa del fruto y los signos del patógeno, mediante la escala propuesta por Sánchez et al. (26), donde: grado 0=fruto sano, 1= puntos aceitosos; 2= hinchazón y/o maduración prematura; 3= mancha (necrosis); 4= micelio hasta un 25% de la mancha necrótica; 5= micelio que cubre más del 25% de la mancha necrótica. Esta variable mide el nivel de daño externo causado por el hongo y su habilidad para producir propágulos. 3) severidad interna (SI): basada en el porcentaje de necrosis interna observada en el fruto cuando es cortado longitudinalmente y medido con relación a la escala desarrollada por Sánchez et al. (26), donde: grado 0= 0% área necrosada; 1=1-20% del área necrosada; 2= 21-40% área necrosada; 3= 41-60% área necrosada; 4= 61-80% área necrosada; 5=>80% área necrosada.

El tipo de reacción a *M. roreri* de los materiales genéticos de *Theobroma* se clasificó por la media de los valores de SI a partir de la escala adaptada de Phillips-Mora et al. (19): Resistente (0 – 1,25), moderadamente resistente (1,26 – 2,50), moderadamente susceptible (2,51 – 3,75) y susceptible (3,76 – 5,0).

Análisis de resultados

Las variables estudiadas se analizaron mediante una ANOVA con prueba de Tukey al 5% y un análisis de correlación múltiple de Pearson ($\alpha=0,05$). Adicionalmente se analizaron las variables asociadas a la reacción artificial mediante un análisis de componentes principales (ACP) para los 50 materiales genéticos y un análisis discriminante para las tres especies de *Theobroma*. Las pruebas estadísticas se corrieron en el programa InfoStat versión 2013 (5).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se evidenció la enfermedad en las tres especies de *Theobroma* y hubo ausencia de la misma en el 26% de los materiales genéticos (Tabla 2). Debido a que los aislados utilizados en las inoculaciones controladas, procedían de frutos de *T. cacao* infectado por el hongo *M. roreri*, los materiales genéticos de *T. bicolor* y *T. grandiflorum* fueron los menos afectados comparados con los materiales genéticos de *T. cacao* en donde se presentaron las mayores incidencias y notas de severidad de la enfermedad (Tablas 2 y 3). La mayor correlación se presentó entre SE y SI ($r=0,94$, $gl=207$, $P<0,05$) y las menores correlaciones se observaron entre IMr y la severidad ($r=0,85$, $gl=207$, $P<0,05$ respecto a SE y $r=0,82$, $gl=207$, $P<0,05$, en relación con SI).

El análisis de componentes principales (ACP) realizado sobre la matriz de correlación mostró que los dos primeros componentes aportaron el 86% de la variación total y presentaron raíces características mayores a la unidad (Figura 1). Al analizar los coeficientes de los vectores característicos asociados a los dos primeros componentes, se concluyó que las variables mostraron el siguiente orden de importancia: SE1, SE3, SI1, IMr1, IMr3 y SI3. Es decir, que la mayor variabilidad en la expresión de la enfermedad entre los 50 materiales genéticos se debió principalmente al efecto producido por los aislados MrC8 y MrC30 de *M. roreri*.

El ACP por materiales genéticos permitió evidenciar seis grupos (Figura 1). En el grupo A se encuentran los 25 materiales genéticos que reaccionaron a los tres aislados de *M. roreri* y presentaron las mayores notas de incidencia y severidad. En el grupo B se localizaron los 13 materiales genéticos que no presentaron síntomas de la enfermedad. En el grupo C se ubicaron los cuatro materiales genéticos que sólo reaccionaron positivamente a los aislados MrC8 y MrC30. En el grupo

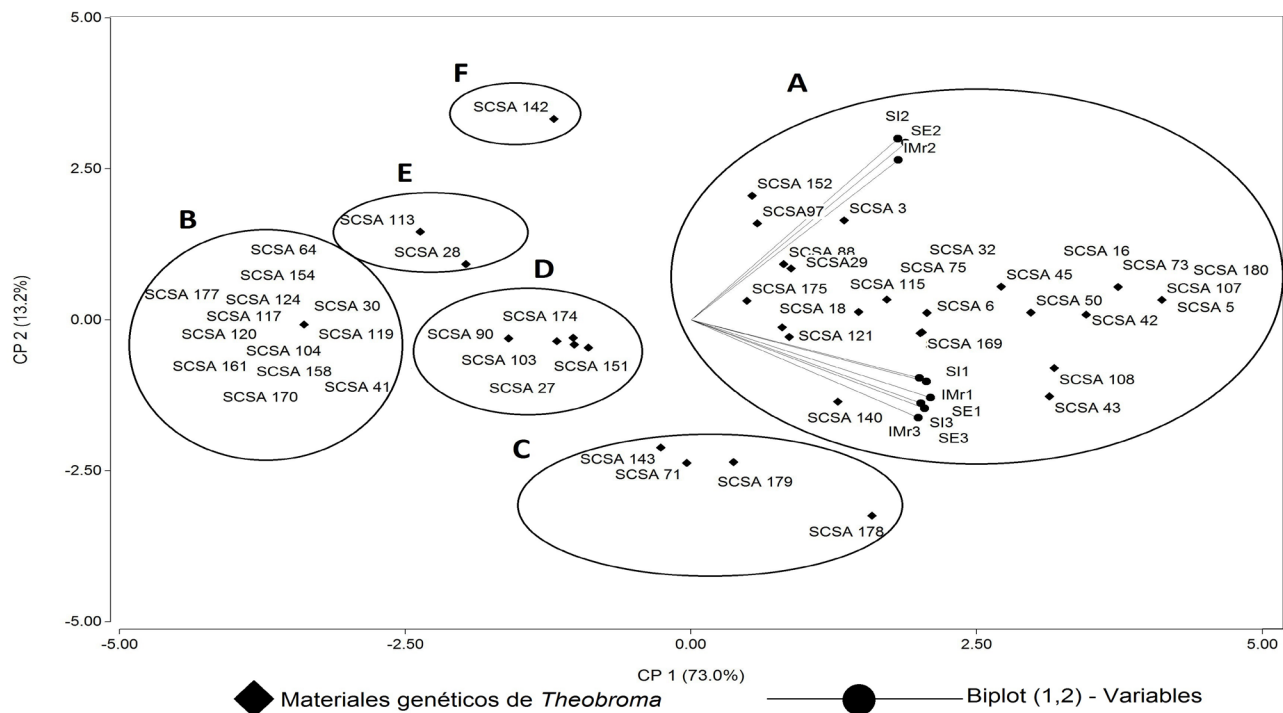


Figura 1. Análisis de componentes principales (gráfico biplot) de nueve variables combinadas (IMr, SE y SI x tres aislados) asociadas la reacción a *M. royeri* de 50 materiales del género *Theobroma* seleccionados en Caquetá (Colombia). Clave: IMr1, SE1 y SI1; IMr2, SE2 y SI2; IMr3, SE3 y SI3: Incidencia (IMr), severidad externa (SE) y severidad interna (SI) producidas por los aislados de *M. royeri* MrC8 (1), MrC20 (2) y MrC30 (3), respectivamente.

D se localizaron los cinco materiales genéticos que expresaron notas intermedias debido a la reacción positiva frente a los tres aislados probados. En el grupo E se ubicaron los dos materiales genéticos SCSA 28 y SCSA 113 que reaccionaron positivamente con notas bajas de severidad a los aislados MrC8 (SE=1,0; SI=0,6) y MrC20 (SE=1,7; SI=1,3) respectivamente. El grupo F que correspondió al material genético SCSA 142 reaccionó exclusivamente al aislado MrC20 con una nota media de 4,0, por lo resultó ser susceptible a la enfermedad.

El análisis discriminante (AD) realizado sobre los grupos identificados *a priori* (tres especies de *Theobroma*) mostró que con sólo dos ejes canónicos se tiene el 100% de la discriminación entre grupos, donde el primer eje posee el 95,2% del poder discriminatorio (Figura 2).

Según la figura 2, los síntomas en *T. cacao* correspondieron principalmente a daños internos (SI) en el fruto ocasionados por los tres aislados de *M. royeri*. En *T. grandiflorum* los síntomas internos se debieron principalmente al aislado 2 (MrC20) y en *T. bicolor* los síntomas más característicos ocurrieron a nivel externo principalmente por los aislados 1 (MrC8) y 2 (MrC20).

Los resultados de éste estudio coinciden con lo reportado por (17, 19, 22) quienes encontraron una mayor incidencia de la enfermedad asociada a una mayor severidad de la misma y un patrón diferencial en la expresión de los síntomas debido al tipo de aislado utilizado (Figuras 1 y 2). Estos autores también afirmaron que la intensidad de los daños internos se correlacionó positivamente con los síntomas externos expresados en el fruto. Sin embargo, los resultados de este estudio difieren de lo reportado por CATIE (4) en donde no se presentó correlación entre la severidad interna y externa, pero si entre la severidad interna y la incidencia de la enfermedad.

Incidencia de *M. royeri* (IMr)

Se encontraron diferencias significativas para IMr entre las tres especies de *Theobroma* y entre los 50 materiales genéticos (ambos $P < 0,05$). No se encontraron diferencias entre los tres aislados de *M. royeri* ($P > 0,05$) (Tabla 2). Por otro lado, la interacción material genético*aislado resultó significativa ($P < 0,05$), es decir, que la incidencia de la enfermedad entre materiales genéticos fue influenciada por el aislado.

El valor medio de la IMr fue de 56,9% en los 50 materiales genéticos evaluados, con un rango que oscilo entre 0 en el 26% de los materiales genéticos y 100% de la enfermedad en el 28% de los materiales genéticos evaluados ($P < 0,05$) (Tabla 2). Entre especies el valor promedio de IMr osciló entre 28,57% para *T. bicolor* y 72,60% en *T. cacao* ($P < 0,05$).

Los resultados de este estudio, contrastan con lo reportado por Porras (23) quien no encontró diferencias significativas en la incidencia de la enfermedad entre seis cultivares de *T. cacao* evaluados. Sin embargo, los resultados de esta investigación en relación en los casos que se presentaron bajos valores medios de IMr, coinciden con lo reportado por Melgar et al. (15) quien encontró incidencias bajas (0 a 0,9%) en clones regionales de Honduras.

En el caso de los materiales genéticos de cacao que exhibieron altas incidencias, estos resultados coinciden con lo reportado por (2, 13, 17). No obstante, (12, 15, 19, 22) reportaron incidencias mayores al 60%, las cuales resultaron superiores a la incidencia media reportada en este estudio.

Es importante destacar que la incidencia es un parámetro que puede contribuir con la identificación de materiales genéticos con buenas características en cuanto a su reacción a *M. royeri*. Estas características deben involucrar mecanismos de resistencia poligénica que impidan o

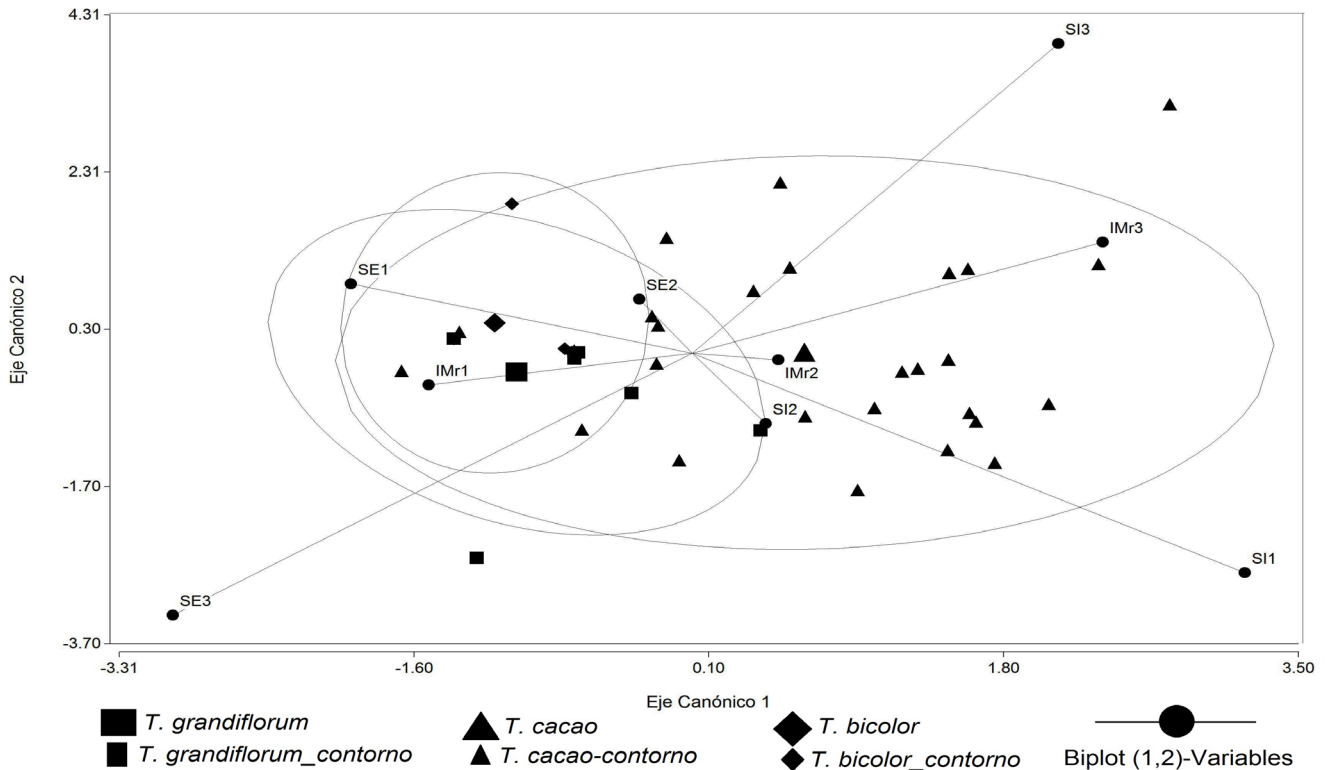


Figura 2. Gráfico biplot con elipses de predicción al 90% representando los dos primeros ejes canónicos obtenidos mediante un análisis discriminante de tres grupos conocidos *a priori* (*T. cacao*, *T. grandiflorum* y *T. bicolor*) usando nueve variables combinadas (IMr, SE y SI x tres aislados) asociadas la reacción *in situ* a *M. royeri* en Caquetá (Colombia). Clave: IMr1, SE1 y SI1; IMr2, SE2 y SI2; IMr3, SE3 y SI3: Incidencia (IMr), severidad externa (SE) y severidad interna (SI) producidas por los aislados de *M. royeri* MrC8 (1), MrC20 (2) y MrC30 (3), respectivamente.

retrasen el desarrollo del patógeno (19).

Severidad externa (SE)

Se encontraron diferencias significativas en el valor medio de SE entre las tres especies de *Theobroma*, en los 50 materiales genéticos evaluados y entre los tres aislados de *M. royeri* (todos, $P < 0,05$) (Tabla 3). La interacción material genético*aislado resultó significativa ($P < 0,05$), es decir, que la variación del valor medio para SE entre materiales genéticos fue afectada por el aislado.

Según la Tabla 3, el valor medio de SE fue de 2,0 el cual osciló entre 0 en el 26% de los materiales genéticos y 5,0 en los materiales genéticos de *T. cacao* SCSA 5, SCSA 180 y SCSA 107 ($P < 0,05$), los cuales presentaron un micelio blanquecino que cubrió más del 25% de la mancha chocolate presente en los frutos inoculados. El aislado MrC8 fue el más agresivo, ya que generó síntomas en el 68% de los materiales genéticos. El valor medio de SE entre especies osciló entre 0,73 para *T. bicolor* y 2,46 en *T. cacao* ($P < 0,05$).

Los resultados de este estudio para SE, coinciden con lo reportado por (12, 14, 15, 17, 22) quienes reportaron el desarrollo de la enfermedad en frutos de cacao hasta la formación de la mancha necrótica con esporulación.

No obstante, los resultados de esta investigación son contrarios a lo encontrado por Porras (23) quien registró los síntomas externos débiles en los clones comerciales de cacao evaluados. Las diferencias en el tipo de reacción están relacionadas no sólo por el genotipo del material sino también por la virulencia del aislado probado (19).

Evans (6) establece que la SE no permite intuir con precisión el

desarrollo de infecciones internas en el endocarpo de los frutos de cacao. Así la SE no determina la resistencia de los materiales genéticos pero si aporta información sobre la tolerancia de los frutos al inóculo de *M. royeri* (19, 27). Ribeiro et al. (24) afirman que factores como el número y la densidad del inóculo pueden ocasionar un incremento o una disminución de los daños expresados externamente por los frutos.

Severidad interna (SI)

Se encontraron diferencias significativas para SI entre las tres especies de *Theobroma*, y en los 50 materiales genéticos evaluados ($P < 0,05$). Así mismo, la interacción material genético*aislado resultó significativa ($P < 0,05$), lo que significa que las diferencias observadas entre los tres aislados fue influenciada por el material genético inoculado, similar a lo que se observó en las variables IMr y SE.

Según la Tabla 3 el valor medio de SI fue de 1,96 con un rango que osciló entre 0 en el 26% de los materiales genéticos y 5,0 para las selecciones de *T. cacao* SCSA 5, SCSA 180 y SCSA 107 ($P < 0,05$). Entre especies de *Theobroma* SI osciló entre 0,56 para la especie *T. bicolor* y 2,52 para *T. cacao* ($P < 0,05$).

Se observó además que los aislados MrC8 y MrC30 fueron los más agresivos, ya que generaron síntomas necróticos internos en el 66% de los materiales genéticos. Independiente del aislado probado, se observó que el 16% de los materiales genéticos presentaron una SI con notas medias superiores a 4, lo que indica un daño necrótico del 60 al 100% de las almendras presentes en los frutos (Tabla 3).

En este estudio, las diferencias significativas encontradas en la SI entre materiales genéticos coinciden con lo registrado por (17, 19,

Factor	Nivel	Especie	IMr	Factor	Nivel	Especie	IMr
Material genético	SCSA 154	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 15,0 ^{ab}	Material genético	SCSA 152	<i>T. grandiflorum</i>	66,7 ± 15,0 ^{ab}
	SCSA 158	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 121	<i>T. grandiflorum</i>	66,7 ± 15,0 ^{ab}
	SCSA 64	<i>T. bicolor</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 178	<i>T. cacao</i>	66,7 ± 15,0 ^{ab}
	SCSA 120	<i>T. bicolor</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 179	<i>T. cacao</i>	66,7 ± 15,0 ^{ab}
	SCSA 104	<i>T. cacao</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 3	<i>T. cacao</i>	66,7 ± 15,0 ^{ab}
	SCSA 161	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 88	<i>T. cacao</i>	68,5 ± 15,0 ^{ab}
	SCSA 177	<i>T. cacao</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 6	<i>T. cacao</i>	83,3 ± 15,0 ^{ab}
	SCSA 170	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 140	<i>T. cacao</i>	83,3 ± 15,0 ^{ab}
	SCSA 117	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 108	<i>T. cacao</i>	88,9 ± 15,0 ^a
	SCSA 119	<i>T. bicolor</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 16	<i>T. cacao</i>	94,4 ± 15,0 ^a
	SCSA 30	<i>T. cacao</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 45	<i>T. cacao</i>	94,4 ± 15,0 ^a
	SCSA 124	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 5	<i>T. cacao</i>	100,0 ± 15,0 ^a
	SCSA 41	<i>T. bicolor</i>	0,0 ± 15,0 ^b		SCSA 73	<i>T. grandiflorum</i>	100,0 ± 15,0 ^a
	SCSA 28	<i>T. cacao</i>	27,8 ± 15,0 ^{ab}		SCSA 42	<i>T. cacao</i>	100,0 ± 15,0 ^a
	SCSA 142	<i>T. cacao</i>	33,3 ± 15,0 ^{ab}		SCSA 180	<i>T. cacao</i>	100,0 ± 15,0 ^a
	SCSA 90	<i>T. cacao</i>	33,3 ± 15,0 ^{ab}		SCSA 115	<i>T. grandiflorum</i>	100,0 ± 15,0 ^a
	SCSA 113	<i>T. bicolor</i>	33,3 ± 15,0 ^{ab}		SCSA 160	<i>T. grandiflorum</i>	100,0 ± 15,0 ^a
	SCSA 71	<i>T. cacao</i>	44,4 ± 15,0 ^{ab}		SCSA 169	<i>T. grandiflorum</i>	100,0 ± 15,0 ^a
	SCSA 103	<i>T. cacao</i>	49,1 ± 15,0 ^{ab}		SCSA 18	<i>T. cacao</i>	100,0 ± 15,0 ^a
	SCSA 174	<i>T. cacao</i>	50,0 ± 15,0 ^{ab}		SCSA 50	<i>T. cacao</i>	100,0 ± 15,0 ^a
SCSA 27	<i>T. cacao</i>	63,9 ± 15,0 ^{ab}	SCSA 43	<i>T. cacao</i>	100,0 ± 15,0 ^a		
SCSA 175	<i>T. cacao</i>	64,8 ± 15,0 ^{ab}	SCSA 29	<i>T. cacao</i>	100,0 ± 15,0 ^a		
SCSA 143	<i>T. bicolor</i>	66,7 ± 15,0 ^{ab}	SCSA 75	<i>T. cacao</i>	100,0 ± 15,0 ^a		
SCSA 151	<i>T. cacao</i>	66,7 ± 15,0 ^{ab}	SCSA 107	<i>T. cacao</i>	100,0 ± 15,0 ^a		
SCSA 97	<i>T. cacao</i>	66,7 ± 15,0 ^{ab}	SCSA 32	<i>T. bicolor</i>	100,0 ± 15,0 ^a		
Factor	Nivel	Especie	IMr				
Aislado	IMrC8 ^c	<i>M. royeri</i>	56,2 ± 3,7 ^a				
	IMrC20		56,8 ± 3,7 ^a				
	IMrC30		57,7 ± 3,7 ^a				
	Media		56,9				

^aError estandar; ^bValores en cada columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba Tukey HSD, P < 0,05); ^cAislados de *M. royeri* (IMrC8), (IMrC20) y (IMrC30)

Tabla 2. Medias de incidencia (%) de moniliasis producida por la inoculación controlada de *M. royeri* en 50 materiales genéticos de *Theobroma* (*T. cacao*, *T. grandiflorum* y *T. bicolor*) seleccionados en Caquetá, Colombia.

22). Del mismo modo, la ausencia de significancia observada entre los tres aislados probados en esta investigación coincide con lo reportado Phillips-Mora et al. (19) quienes no encontraron diferencias en la SI producida por siete cepas evaluadas en cinco clones de interés comercial en Santander, Colombia.

Las menores notas de SI en este estudio, fueron similares a lo encontrado por (12, 15) quienes reportaron notas de SI con un rango de 0,90 a 1,63, es decir, daños internos en el 16% de las almendras.

Las mayores notas de SI en este estudio (>4), fueron similares a lo encontrado por (4, 19, 21, 23) quienes reportaron notas de SI que oscilaron entre 2,3 y 5, es decir, con un necrosamiento interno entre el 60-100%.

A partir de éste estudio se pudo concluir que: a) de los 50 materiales genéticos evaluados, el 44% presentaron resistencia completa o moderada a *M. royeri* y el 26% no presentaron signos ni síntomas de la enfermedad (cuatro materiales genéticos de *T. bicolor*; tres de *T. cacao* y seis de *T. grandiflorum*); b) los materiales genéticos con resistencia a *M. royeri* deben evaluarse en experimentos clonales a gran escala antes de ofrecer una recomendación final al nivel del productor; c) este es el primer estudio en el que se evalúa el tipo de reacción *in situ*

a inoculación controlada de *M. royeri* de las especies *T. bicolor* y *T. grandiflorum*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto “Selección y evaluación *in situ* de árboles élitos del género *Theobroma*, como estrategia de rescate y aprovechamiento del germoplasma local con potencial para la Amazonia colombiana”- Contrato RC No.628 -2011- Fiduciaria Bogotá – Colciencias – Sinchi por el soporte económico a la presente investigación.

Material genético	Especie	SE				SI						
		Aislado				Aislado						
		MrC8	MrC20	MrC30	Promedio	MrC8	TR ^a	MrC20	TR	MrC30	TR	Promedio
SCSA 97	<i>T. cacao</i>	0,0 ± 0,5 ^b a ^c	3,0 ± 5,0a-h	3,0 ± 0,5a-h	2,0b-g	0,0 ± 0,5a	R	5,0 ± 0,5i	MS	4,0 ± 0,5e-i	MS	3,0h-k
SCSA 117	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 30	<i>T. cacao</i>	0,0 ± 0,4a	0,0 ± 0,4a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,4a	R	0,0 ± 0,4a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 113	<i>T. bicolor</i>	0,0 ± 0,5a	1,0 ± 0,5ae	0,0 ± 0,5a	0,3ab	0,0 ± 0,5a	R	1,0 ± 0,5a-d	R	0,0 ± 0,5a	R	0,3ab
SCSA 124	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 119	<i>T. bicolor</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 120	<i>T. bicolor</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 142	<i>T. cacao</i>	0,0 ± 0,5a	5,0 ± 0,5h	0,0 ± 0,5a	1,7a-f	0,0 ± 0,5a	R	4,0 ± 0,5e-i	S	0,0 ± 0,5a	R	1,3a-g
SCSA 154	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 158	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 104	<i>T. cacao</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,4a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,4a	R	0,0a
SCSA 161	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 170	<i>T. grandiflorum</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 64	<i>T. bicolor</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,4a	0,0 ± 0,4a	0,0a	0,0 ± 0,4a	R	0,0 ± 0,4a	R	0,0 ± 0,4a	R	0,0a
SCSA 177	<i>T. cacao</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 41	<i>T. bicolor</i>	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	0,0a	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,0a
SCSA 103	<i>T. cacao</i>	0,3 ± 0,5ab	0,3 ± 0,4ab	1,8 ± 0,4a-g	0,8a-c	0,0 ± 0,5a	R	1,0 ± 0,4a-d	R	1,7 ± 0,4a-g	MR	0,9a-e
SCSA 27	<i>T. cacao</i>	0,3 ± 0,4ab	0,7 ± 0,4a-d	2,0 ± 0,5a-h	1,0a-d	0,3 ± 0,4a-c	R	0,3 ± 0,4a-c	R	1,0 ± 0,5a-d	R	0,6a-c
SCSA 29	<i>T. cacao</i>	1,0 ± 0,5a-e	3,0 ± 0,5a-h	2,0 ± 0,5a-h	2,0b-g	1,0 ± 0,5a-d	R	3,0 ± 0,5b-i	MS	2,0 ± 0,5a-h	MR	2,0c-i
SCSA 71	<i>T. cacao</i>	1,7 ± 0,4a-g	0,0 ± 0,5a	5,0 ± 0,5h	2,2c-h	1,5 ± 0,4a-f	MR	0,0 ± 0,5a	R	5,0 ± 0,5i	S	2,2d-j
SCSA 90	<i>T. cacao</i>	1,8 ± 0,5a-g	0,3 ± 0,5ab	0,3 ± 0,5ab	0,8a-c	2,3 ± 0,5a-i	MR	1,0 ± 0,5a-d	R	0,3 ± 0,5ab	R	1,2a-f
SCSA 88	<i>T. cacao</i>	1,8 ± 0,4a-g	2,8 ± 0,4a-h	2,6 ± 0,4a-h	2,4c-i	2,3 ± 0,4a-i	MR	3,9 ± 0,4d-i	S	3,7 ± 0,4d-i	MS	3,3i-m
SCSA 175	<i>T. cacao</i>	1,9 ± 0,4a-h	1,7 ± 0,4a-g	1,4 ± 0,4a-f	1,7a-f	2,0 ± 0,4a-h	MR	2,1 ± 0,4a-i	MR	1,3 ± 0,4a-e	MR	1,8b-i
SCSA 174	<i>T. cacao</i>	2,0 ± 0,5a-h	1,0 ± 0,5a-e	1,5 ± 0,5a-f	1,5a-e	1,0 ± 0,5a-d	R	0,5 ± 0,5a-c	R	1,0 ± 0,5a-d	R	0,8a-e
SCSA 143	<i>T. bicolor</i>	2,0 ± 0,5a-h	0,0 ± 0,5a	3,0 ± 0,5a-h	1,7a-f	1,0 ± 0,5a-d	R	0,00 ± 0,5a	R	3,0 ± 0,5b-i	MS	1,3a-g
SCSA 151	<i>T. cacao</i>	2,0 ± 0,5a-h	0,5 ± 0,5a-c	0,0 ± 0,5a	0,8a-d	2,0 ± 0,5a-h	MR	0,5 ± 0,5a-c	R	0,5 ± 0,5a-c	R	1,0a-f
SCSA 3	<i>T. cacao</i>	2,5 ± 0,5a-h	3,3 ± 0,4b-h	1,7 ± 0,4a-g	2,5d-i	2,5 ± 0,5a-i	MR	5,0 ± 0,4i	S	1,7 ± 0,4a-g	MR	3,1h-l
SCSA 140	<i>T. cacao</i>	2,5 ± 0,5a-h	0,0 ± 0,5a	5,0 ± 0,5h	2,5d-i	2,5 ± 0,5a-i	MR	1,0 ± 0,5a-d	R	5,0 ± 0,5i	S	2,8g-k
SCSA115	<i>T. grandiflorum</i>	3,0 ± 0,5a-h	2,0 ± 0,5a-h	2,0 ± 0,5a-h	2,3c-h	2,0 ± 0,5a-h	MR	2,0 ± 0,5a-h	MR	2,0 ± 0,5a-h	MR	2,0c-i
SCSA 75	<i>T. cacao</i>	3,0 ± 0,5a-h	3,0 ± 0,5a-h	3,0 ± 0,5a-h	3,0d-j	2,0 ± 0,5a-h	MR	3,0 ± 0,5b-i	MS	2,5 ± 0,5a-i	MR	2,5f-j
SCSA 152	<i>T. grandiflorum</i>	3,0 ± 0,5a-h	4,0 ± 0,5e-h	0,0 ± 0,5a	2,3c-h	3,0 ± 0,5b-i	MS	4,0 ± 0,5e-i	S	0,0 ± 0,5a	R	2,3e-j
SCSA 121	<i>T. grandiflorum</i>	3,0 ± 0,5a-h	2,0 ± 0,5a-h	2,0 ± 0,5a-h	2,3c-h	3,5 ± 0,5d-i	MS	2,5 ± 0,5a-i	MR	2,5 ± 0,5a-i	MR	2,8g-k
SCSA 32	<i>T. bicolor</i>	3,0 ± 0,5a-h	4,0 ± 0,5e-h	3,5 ± 0,5c-h	3,5g-k	2,0 ± 0,5a-h	MR	3,0 ± 0,5b-i	MS	2,5 ± 0,5a-i	MR	2,5f-j
SCSA 28	<i>T. cacao</i>	3,0 ± 0,5a-h	0,0 ± 0,5a	0,0 ± 0,5a	1,0a-d	2,0 ± 0,5a-h	MR	0,0 ± 0,5a	R	0,0 ± 0,5a	R	0,7a-d
SCSA 18	<i>T. cacao</i>	3,0 ± 0,5a-h	2,0 ± 0,5a-h	1,0 ± 0,5a-e	2,0b-g	3,0 ± 0,5b-i	MS	1,0 ± 0,5a-d	R	1,0 ± 0,5a-d	R	1,7b-h
SCSA 6	<i>T. cacao</i>	3,3 ± 0,5b-h	3,3 ± 0,5b-h	3,0 ± 0,5a-h	3,2e-j	3,3 ± 0,5c-i	MS	3,8 ± 0,5d-i	S	4,0 ± 0,5e-i	S	3,7j-n
SCSA 160	<i>T. grandiflorum</i>	3,5 ± 0,5c-h	3,0 ± 0,5a-h	4,0 ± 0,4e-h	3,5g-k	2,5 ± 0,5a-i	MR	2,0 ± 0,5a-h	MR	3,0 ± 0,5b-i	MS	2,5f-j
SCSA 45	<i>T. cacao</i>	3,5 ± 0,5c-h	4,3 ± 0,5f-h	3,8 ± 0,5d-h	3,8h-k	3,8 ± 0,5d-i	MS	4,0 ± 0,5e-i	S	3,0 ± 0,5b-i	MS	3,6j-n
SCSA 108	<i>T. cacao</i>	3,7 ± 0,4d-h	4,2 ± 0,4f-h	5,0 ± 0,5h	4,3jk	4,7 ± 0,4h-i	S	4,2 ± 0,4e-i	S	5,0 ± 0,5i	S	4,6l-n
SCSA 50	<i>T. cacao</i>	3,7 ± 0,5d-h	3,2 ± 0,5b-h	4,3 ± 0,4f-h	3,7hk	4,2 ± 0,5e-i	S	4,3 ± 0,5f-i	S	4,4 ± 0,4g-i	S	4,3k-n
SCSA 169	<i>T. grandiflorum</i>	4,0 ± 0,5e-h	3,0 ± 0,5a-h	3,5 ± 0,5c-h	3,5g-k	3,0 ± 0,5b-i	MS	2,0 ± 0,5a-h	MR	2,5 ± 0,5a-i	MR	2,5f-j
SCSA 73	<i>T. grandiflorum</i>	4,0 ± 0,5e-h	5,0 ± 0,5h	5,0 ± 0,5h	4,7jk	4,0 ± 0,5e-i	S	5,0 ± 0,5i	S	5,0 ± 0,5i	S	4,7m
SCSA 42	<i>T. cacao</i>	4,5 ± 0,5f-h	4,0 ± 0,5e-h	4,8 ± 0,5g-h	4,4jk	4,3 ± 0,5e-i	S	4,3 ± 0,5e-i	S	4,5 ± 0,5g-i	S	4,3k-n
SCSA 43	<i>T. cacao</i>	5,0 ± 0,5h	3,0 ± 0,5a-h	5,0 ± 0,5h	4,3jk	5,0 ± 0,5i	S	1,0 ± 0,5a-d	R	5,0 ± 0,5i	S	3,7j-n
SCSA 5	<i>T. cacao</i>	5,0 ± 0,5h	5,0 ± 0,5h	5,0 ± 0,5h	5,0k	5,0 ± 0,5i	S	5,0 ± 0,5i	S	5,0 ± 0,5i	S	5,0n
SCSA 180	<i>T. cacao</i>	5,0 ± 0,5h	5,0 ± 0,5h	5,0 ± 0,5h	5,0k	5,0 ± 0,5i	S	5,0 ± 0,5i	S	5,0 ± 0,5i	S	5,0n
SCSA 178	<i>T. cacao</i>	5,0 ± 0,5h	0,0 ± 0,5a	5,0 ± 0,5h	3,3f-k	4,0 ± 0,5e-i	S	0,0 ± 0,5a	R	5,0 ± 0,5i	S	3,0h-k
SCSA 107	<i>T. cacao</i>	5,0 ± 0,5h	5,0 ± 0,5h	5,0 ± 0,5h	5,0k	5,0 ± 0,5i	S	5,0 ± 0,5i	S	5,0 ± 0,5i	S	5,0n
SCSA 179	<i>T. cacao</i>	5,0 ± 0,5h	0,0 ± 0,5a	1,0 ± 0,5a-e	2,0b-g	5,0 ± 0,5i	S	0,0 ± 0,5a	R	1,0 ± 0,5a-d	R	2,0c-i
SCSA 16	<i>T. cacao</i>	5,0 ± 0,5h	4,2 ± 0,5f-h	3,0 ± 0,4a-h	4,1i-k	5,0 ± 0,5i	S	4,7 ± 0,5hi	S	3,1 ± 0,4b-i	MS	4,3k-n
Media^d		2,1b	1,8a	2,1ab	2,0	2,0a		1,9a		2,0a		1,96

^a Tipo de Reacción (TR): R: Resistente (0 - 1,25); MR: Moderadamente Resistente (1,26 - 2,50); MS: Moderadamente susceptible (2,51 - 3,75); S: Susceptible (3,76 - 5); ^bError estándar; ^cValores en cada columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba Tukey HSD; P < 0,05); ^dMedias de los valores en esta fila seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba Tukey HSD; P < 0,05)

Tabla 3 Medias de severidad externa (SE) e interna (SI) de moniliasis producida por inoculación controlada de *M. rozeri* en 50 materiales genéticos de *Theobroma* (*T. cacao*, *T. grandiflorum* y *T. bicolor*) seleccionados en Caquetá (Colombia).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aránzazu, H.F.; Martínez N.; Palencia, G.; Coronado, R.; Rincón, D. Cacao: Mejoramiento genético para incrementar la producción del sistema de cacao en Colombia. Unión temporal cacao de Colombia Uno: Federación Nacional de Cacaoteros, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Corpoica, 2009.
- Arciniegas – Leal, A. Caracterización de árboles superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis (Magister Scientiae) - Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación - Instituto Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 144p. 2005.
- Castellanos, O. L.; Torres, S.; Fonseca, V.; Montanez, A.; Sánchez. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de cacao-chocolate en Colombia. Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad - Biogestión, Universidad Nacional de Colombia; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, Bogotá. 2007.
- Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza, CATIE. Informe de progreso anual. Serie institucional. 8ed, Catie, Turrialba, p. 160, 1987.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. InfoStat versión 2013. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Evans, H.C. Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora (Monilia) roreri*. *Phytopathological Papers*, p. 24 - 44, 1981.
- Evans, H. Cacao diseases - the trilogy revisited. *Phytopathology*, v. 97, p. 1640-1643, 2007.
- Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia, FEDECACAO. Caracterización físico – química y beneficio del grano de cacao (*Theobroma cacao*) en Colombia, Bogotá D.C. Producciones, 31 p. 2005.
- Hernández, M., Barrera, J. “Frutas amazónicas Competitividad e innovación”. Editorial Scripto Ltda. v. 1, 100p. 2009.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. Datos meteorológicos del Departamento del Caquetá. Estación Limnimétrica de Montañita (Caquetá), Bogotá, p. 3. 2009.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. Caquetá, características geográficas. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, p. 373, 2010.
- Jaimes, Y.; Aranzazu, F.; Rodríguez, E.; Martínez, N. Behavior of introduced regional clones of *Theobroma cacao* toward the infection of *Moniliophthora roreri* in three different regions of Colombia. *Agronomía Colombiana*, Santander, v. 29 n.1, p. 171-178, 2011.
- Krauss, U.; Hoopen, G.; Hidalgo, E.; Martínez, A.; Stirrup, T.; Arroyo, C.; García, J.; Palacios, M. The effect of cane molasses amendment on biocontrol of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) and black pod (*Phytophthora* spp.) of cocoa (*Theobroma cacao*) in Panama. *Biological control*, v. 39, p. 232-239, 2006.
- Melgar, J.Y.; González, A. Resultados de evaluación de la reacción de germoplasma de cacao a la moniliasis en Honduras por medio de inoculación artificial. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Departamento de Protección vegetal. Programa de cacao y Agroforestería. Informe Técnico, p. 45-50, 2011.
- Melgar, J.; Reyes, Z.; Rivera, J.; Sánchez, J.; Dubón, A. Avances en la evaluación en Honduras de germoplasma de cacao presumiblemente resistente a la moniliasis. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Programa de cacao y Agroforestería. Departamento de protección vegetal Informe Técnico, p. 6, 2012.
- Munar, F. Quintero, L. Sterling, A. 2014. Caracterización molecular de materiales del género *Theobroma* (*T. cacao*, *T. grandiflorum* y *T. bicolor*) seleccionados en Caquetá (Colombia). In: Sterling, A., Rodríguez, C. Selección de materiales sobresalientes del género *Theobroma* como estrategia de rescate del germoplasma local en el departamento del Caquetá. Bogotá-Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, 2014. V. 1, cap. 4, p. 91-105.
- Phillips-Mora, W. Studies at CATIE on moniliasis resistance (*Moniliophthora roreri*) International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement, 1999. Bahía, p. 111-117, 1996.
- Phillips-Mora W.; Krauss, U.; Evans, H.; Wilkinson, M. Genetic diversity of the cacao pathogen *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans et al. in tropical America. *Proceedings of the 14th International Cocoa Research Conference*, Accra, Ghana cocoa producers Alliance, (Abstract 60). 2003.
- Phillips-Mora, W.; Castillo, J.; Krauss, U.; Rodríguez, E.; Wilkinson, M. Evaluation of cacao (*Theobroma cacao*) clones against seven Colombian isolates of *Moniliophthora roreri* from four pathogen genetic groups. *Plant Pathology*, Oxford, v. 54, p. 483-490, 2005.
- Phillips-Mora, W.; Coutiño, A.; Ortiz, C. F.; López, A. P., Hernández, J.; Aime, M. C. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (= moniliasis disease) of cacao in Mexico. *Plant Pathology*. v. 55, p. 584, 2006.
- Phillips-Mora, W.; Arciniegas-Leal, A.; Mata-Quirós, A.; Motamayor-Arias, J. C. Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Programa de Mejoramiento Genético de Cacao, Turrialba, p. 68, 2012.
- Polanco, L.; Medina, J. Caracterización de clones de cacao por la respuesta a *Monilia (Moniliophthora roreri)* (Cif & Par) Evans et al., en Santander. *Fitopatología Colombiana*. Palmira. v. 28, n. 2, p. 61-64, 2005.
- Porras, V. Determinación de la estabilidad de la resistencia a *Monilia roreri* en cultivares de cacao en dos zonas de Costa Rica. Tesis (Magister Scientie) – Facultad de Protección Vegetal- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba. 124p, 1985.
- Ribeiro, F.; Parlevliet, J.; Zambolim, L. Concepts in plant disease resistance. *Fitopatología, Brasileira*, v. 26, p. 577-589, 2001.
- Santos, C.R.; Pires, J.L.; Correa, R.X. Morphological characterization of leaf, flower, fruit and seed traits among Brazilian *Theobroma* L. species. *Genet Resour Crop Evol* (2012). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC-CEPLAC), Ilhéus, v. 59, p. 327–345, 2012.
- Sánchez, J.A.; Brenes, O.; Phillips, W.; Enriquez, G. Metodología para la inoculación de mazorcas de cacao con el hongo *Moniliophthora roreri (Monilia)*. *Proceedings of the 10th International Cocoa Research Conference* (1988), Santo Domingo, p.467-472, 1987.
- Suárez, C.; Amores, F.; Lopez, O. New sources to resistance to *Moniliophthora roreri*. *Developing Effective Sustainable Crop Protection Systems for Increased Cocoa Production*. National Cocoa Program, INIAP. 2006.