

Clones de *Hevea brasiliensis* de alta productividad caracterizados por resistencia a *Microcyclus ulei* en jardín clonal en el magdalena medio colombiano

Yeirme Yaneth Jaimes Suarez^{1,2,3}, Jairo Rojas Molina¹, Edson Luiz Furtado^{3,4}

¹Corpoica Centro de Investigación La Suiza, Avenida Quebrada Seca No. 31-39, Bucaramanga, Colombia; ²Bolsista del programa PEC - PG de la CAPES; ³Departamento de Defesa Fitossanitária, Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil.

⁴ Bolsista del CNPq.

Autor de correspondencia: Yeirme Jaimes (yjaimes@corpoica.org.co)

Data de chegada: 10/03/2014. Aceito para publicação em: 03/03/2015.

10.1590/0100-5405/1985

RESUMEN

Suarez, Y.Y.J.; Molina, J.R.; Furtado, E.L. Clones de *Hevea brasiliensis* de alta productividad caracterizados por resistencia a *Microcyclus ulei* en jardín clonal en el magdalena medio colombiano. *Summa Phytopathologica*, v.41, n.2, p.115-120, 2015.

Con el objetivo de introducir en la región del magdalena medio de Colombia nuevos clones de caucho (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.) de alta productividad y con resistencia al Mal de las Hojas, se evaluaron materiales un jardín clonal establecido en Cimitarra, Colombia en la región del magdalena medio. Se evaluó la incidencia y la severidad del ataque de *Microcyclus ulei* (P. Henn.) von Arx. según Garcia et al. (1). Se encontró resistencia completa al mal de las hojas para los clones CDC 312, FDR 4575,

FDR 5597, FDR 5788 y MDF 180 y resistencia parcial para los clones FX 3864 y CDC 32. Los clones RRIM 901, PB 235 y PB 260 se mostraron como susceptibles. De acuerdo con los resultados, los clones con resistencia total y parcial se podrán recomendar para zonas preferenciales con restricción para el cultivo, una vez este comportamiento se corroboró en campo clonal. En cuanto a los clones susceptibles se pueden recomendar para zonas de escape al mal de las hojas en el Magdalena Medio Colombiano.

Palabras clave: Mal de las Hojas del Caucho, zonas de escape, resistencia completa

RESUMO

Suarez, Y.Y.J.; Molina, J.R.; Furtado, E.L. Clones de *Hevea brasiliensis* de alta produtividade e resistentes a *Microcyclus ulei*, em jardim clonal na região do Madalena Médio colombiano. *Summa Phytopathologica*, v.41, n.2, p.115-120, 2015.

Com o objetivo de introduzir à região do Magdalena Medio da Colômbia novos clones de seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.) de alta produtividade e resistentes ao Mal das Folhas, avaliaram-se materiais num jardim clonal estabelecido em Cimitarra, Colômbia na região do Magdalena Médio. Avaliou-se a incidência e severidade do ataque de *Microcyclus ulei* (P. Henn.) von Arx. segundo Garcia et al. (1). Encontrou-se resistência completa ao mal das folhas para os clones CDC 312, FDR

4575, FDR 5597, FDR 5788 e MDF 180 e resistência parcial nos clones FX 3864 e CDC 32. Os clones RRIM 901, PB 235 e PB 260 se amostraram como susceptíveis. Conforme os resultados, os clones com resistência total e parcial se poderão recomendar para zonas preferenciais com restrição à cultura, uma vez este comportamento se corrobore em campo clonal. Em relação aos clones susceptíveis se poderão estabelecer em zonas de escape ao mal das folhas no Magdalena Medio Colombiano.

Palavras-chave adicionais: Mal das Folhas da Seringueira, zonas de escape, resistência completa.

ABSTRACT

Suarez, Y.Y.J.; Molina, J.R.; Furtado, E.L. *Hevea brasiliensis* clones with high productivity and resistance to *Microcyclus ulei* in clonal garden in the Middle Magdalena Colombian region. *Summa Phytopathologica*, v.41, n.2, p.115-120, 2015.

Aimed at introducing to the “Magdalena Medio” region of Colombia new clones of rubber tree (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.) of high productivity and resistant to South American Leaf Blight (SALB), material from a clonal garden established in Cimitarra, Colombia, “Magdalena Medio” region, was evaluated. The incidence and severity of the attack by *Microcyclus ulei* (P. Henn.) von Arx. were evaluated according to Garcia et al. (1). Complete resistance to SALB was found

for clones CDC 312, FDR 4575, FDR 5597, FDR 5788 and MDF 180 and partial resistance for FX 3864 and CDC 32. Clones RRIM 901, PB 235 and PB 260 were susceptible. According to the results, clones showing total and partial resistance can be recommended to preferential areas with restrictions to the crop, since this behavior is corroborated in a clonal field. Susceptible clones can be established for areas of escape to SALB in the Colombian “Magdalena Medio”.

Keywords: South American Leaf Blight, escape area, complete resistance.

El Mal de las Hojas del caucho, causado por el hongo ascomiceto *Microcyclus ulei*, se considera la enfermedad más destructiva del árbol del caucho en Sur y Centro América, de donde es endémica y limita drásticamente la producción de caucho natural (7). Este patógeno afecta las hojas jóvenes y rápidamente desarrolla lesiones esporuladas grandes y numerosas que contribuyen a la expansión de la epidemia. En los cultivares susceptibles, las hojas infectadas se caen y reemplazan en pocas semanas por nuevas, las cuales pueden sucumbir a los ataques del mal de las hojas. Los árboles más susceptibles pueden morir consecuentemente de agotamiento como resultado de las continuas defoliaciones (3).

El control químico del mal de las hojas es técnicamente viable, pero no económica ni ecológicamente deseable. El uso de cultivares de caucho resistentes y altamente productivos se considera la mejor forma para incrementar la producción de caucho en Sur y Centro América, así como el anticipo a la introducción accidental de esta enfermedad al África o Sureste de Asia (3). En este sentido, los programas de investigación sobre mal de las hojas se han enfocado en la identificación de mecanismos de resistencia en *Hevea* spp., y en la selección de clones resistentes, con una visión combinada de la productividad de látex (7).

Al menos dos formas de resistencia al mal de las hojas se han identificado, la resistencia completa y la resistencia parcial. La primera se define como la ausencia de lesiones esporuladas, y a menudo se encuentra en las especies *H. benthamiana* y *H. pauciflora*, o particularmente en clones de *H. brasiliensis*. La resistencia parcial se caracteriza por un tipo de infección susceptible y una tasa reducida del desarrollo de la epidemia. Un mismo clon puede mostrar resistencia completa en un lugar en particular, y resistencia parcial en otro, dependiendo de las diferentes cepas existentes de *M. ulei* (5). En evaluaciones recientes se encontró que el genotipo MDF 180 tiene resistencia durable al mal de las hojas. La resistencia parcial de este clon se caracteriza por la baja producción de conidios y la ausencia del estado teleomorfo para cualquier cepa de *M. ulei*. En plantaciones, la infección natural de este clon nunca causa defoliación, aun cuando este se ha cultivado por varias décadas (8).

En este sentido, en el presente trabajo se evaluaron clones de *Hevea brasiliensis* reportados por ser altamente productivos, y en el caso de los CDC, FDR, y MDF con resistencia al mal de las hojas en un jardín clonal establecido en Cimitarra (Colombia). Con esta caracterización, se podrá recomendar los materiales de acuerdo con la respuesta a la enfermedad, teniendo en cuenta la aptitud edafoclimática de las zonas para el desarrollo de la heveicultura y su condición de escapes al ataque de *M. ulei*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Determinación de la incidencia de *Microcyclus ulei*

Localización del jardín clonal

El jardín clonal se estableció en la hacienda la Vorágine de propiedad de PROCAUCHO en Cimitarra (Santander – Colombia). Esta se encuentra ubicada en el municipio de Cimitarra, con las coordenadas de 6° 16' 29,39" N y 73° 57' 7,89" W; una temperatura anual promedio de 27 °C, una temperatura promedio anual del 82% y una precipitación promedio anual de 1350 mm. En este jardín se sembraron los materiales clonales MDF 180, CDC 56, CDC 312, FDR 5788, FDR 4575, FDR 5597, FX 3864, RRIM 901, PB 260 y PB 235 (Tabla 1). El jardín clonal se estableció en bloques completos al azar con tres repeticiones de cada material y 10 plantas por repetición.

Incidencia del inóculo de *M. ulei* en el área de estudio.

Durante 3 meses se evaluó la incidencia de *M. ulei* en hojas de los 10 clones de *Hevea brasiliensis* establecidos en el jardín clonal. Cuando los materiales limitaron rápidamente la infección, observándose solo lesiones cloróticas o necróticas generalmente de pequeño tamaño y sin producción de esporas, se asumió que el proceso de infección no fue exitoso y se consideraron como materiales con resistencia a la enfermedad. En el caso contrario, cuando el proceso de infección sí avanzó a otros estados de desarrollo de las hojas (C y D) y *M. ulei* se desarrolló sobre los tejidos del hospedero alcanzando a esporular sobre las lesiones con producción de conidios hasta la producción de esporas, se indicó como una infección exitosa (4).

En los materiales evaluados con síntomas, se estudiaron tres parámetros:

- Se determinó la severidad del ataque (AT), la cual puede estar relacionado con la cantidad de inóculo natural. AT se registró de acuerdo con las cantidades de lesiones y daño en la lámina foliar, con base en una escala adaptada por Chee (5). Ésta contempla cinco clases basadas en el porcentaje de la superficie de la hoja con síntomas. Las clases son: 0, <1%; 1, 1–5%; 2, 6–15%; 3, 16–30% y 4) > 30% de superficie foliar con síntomas (1).

- Se registraron los tipos de reacción (TR) de cada material clonal en hojas que se encontraban en estado C, con base en una escala descrita por Junqueira et al. (2) que va desde 0 a 6. Se clasificaron en 0, el material vegetal que no presentó síntomas; 1, el material que presentó zonas necróticas sin esporulación; 2, el material que presentó zonas cloróticas sin esporulación; 3, el material que presentó lesiones levemente esporuladas; 4, el material que presentó lesiones con esporulación homogénea; 5, el material que presentó lesiones con esporulación abundante y homogénea sobre toda su área y 6, el material que presentó lesiones con esporulación abundante y homogénea sobre el haz y envés de la hoja. Solo los materiales que registraron una reacción entre 0 y 2 se clasificaron como resistentes.

Se registró como una medida cualitativa la abundancia de estromas (ST) sobre hojas en estado maduro D, de acuerdo con una escala de 0, (sin presencia de estromas); 1, pocos estromas sobre la superficie de la hoja; 2, presencia de una cantidad considerable de estromas sobre

Tabla 1. Clones, origen y parentales establecidos en jardín en La Hacienda La Voragine, Cimitarra (Colombia).

Clon	País de origen	Parentales
CDC 56	Guatemala	MDX 91 x RRIM 614
CDC 312	Guatemala	Avros 308 X MDX 40
FDR 4575	Brasil	Harbel 8 X IAN 3893
FDR 5597	Brasil	Harbel 68 X TU 42 – 525
FDR 5788	Brasil	Harbel 8 X MDF 180
FX 3864	Brasil	PB 86 X FB 38
RRIM 901	Malasia	PB 5/51 XRRIM 600
PB 235	Malasia	PB 5/51 X PB S.78
PB 260	Malasia	PB 5/51 X PB49
MDF 180	Perú	Clon primario de <i>H. brasiliensis</i>

AVROS: Algemene Vereniging Rubberplanters Oostkust Sumatra; CDC: Clavellina Dothidella Cross; FB: Ford Belem; FDR: Firestone Dothiella Resistant; FX: Ford Croos; IAN: Instituto de Pesquisas Agropecuarias do Norte; MDF: Madre de Dios Firestone; MDX: Madre de Dios Cross; PB: Prang Besar; RRIM: Rubber Research Institute of Malaysia; Tu: Turrialba

la superficie de las hojas y 3, abundantes estromas sobre la mayoría de las hojas evaluadas (5).

AT, TR, y ST se midieron en árboles vivos 10 veces durante los 3 meses de evaluación, sobre una base de una medida semanal, excepto en los periodos de alta pluviosidad y en periodos de estación seca prolongada. Al finalizar las 10 observaciones, los análisis se llevaron a cabo, sobre todos los valores promedio para los tres parámetros. Estos promedios se calcularon teniendo en cuenta el número total de datos disponibles de los árboles vivos de la progenie durante el periodo de observación (5).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia

Durante 3 meses se monitoreo la incidencia de *M. ulei* en 10 clones de *H. brasiliensis* establecidos en jardín clonal. Dentro de los materiales evaluados se destacó el clon FDR 4575 sin síntomas (Figuras 1 y 2) durante el periodo de evaluación. También, los clones FDR 5597 y FDR 5788 se destacaron, ya que pasada la semana juliana 29 no presentaron síntomas del mal de las hojas (Figuras 1 y 2). En cuanto a los clones de origen asiático, el PB 260 presentó el mayor número de hojas en los árboles evaluados seguido por el RRIM 901, alcanzando valores de 60% y >10% respectivamente.

Con estos resultados, se verificó la ocurrencia de *M. ulei* durante el periodo de evaluación en la Hacienda La Vorágine ubicada en el municipio de Cimitarra, Santander. El clon FDR 4575 se destacó entre los materiales en evaluación por la ausencia de síntomas, es decir una resistencia completa caracterizada por la ausencia de esporulación conidial (7). Aunque se registró incidencia del mal

de las hojas en los clones FDR 5597, FDR 5788 y el MDF 180, la sintomatología observada se caracterizó por lesiones necróticas y por ende también se considera con resistencia completa a esta enfermedad. Ésta sintomatología se considera una respuesta de resistencia que se correlaciona con la respuesta hipersensitiva, la cual típicamente conduce a pequeñas lesiones necróticas producto de las reacciones a nivel bioquímico de la planta (6).

Severidad

Una vez determinada la incidencia de *M. ulei* en el jardín clonal ubicado en la Hacienda La Vorágine, se procedió a determinar la severidad del ataque en los clones que presentaron síntomas. Tal como se mencionó, los clones FDR 5597, FDR 5788 y el MDF 180 presentaron síntomas caracterizados AT < 1% del área foliar afecta y un TR 1 (Tabla 2), es decir lesiones necróticas sin esporulación. Los clones CDC 32 y CDC 312 presentaron una AT entre el 1 al 5 % del área foliar afectada (Tabla 2). Sin embargo, en los dos clones se presentó variación en el TR, presentando el CDC 32 lesiones necróticas levemente esporuladas, pero sin presencia de estromas (ST = 0), y para el CDC 312 ésta se caracterizó por lesiones necróticas con ausencia de esporulación (Tabla 2), es decir con resistencia completa al mal de las hojas. Para el caso del CDC 32, la presencia reducida de esporulación se correlaciona con una resistencia parcial, ya que varía el grado de esporulación conidial. Cabe mencionar que estos seis clones, el CDC 56, CDC 312, FDR 4575, FDR 5597, FDR 5788, y MDF 180, tienen sus ancestros en la región Madre de Dios del Perú, y han sido evaluados desde el 2001 bajo condiciones tanto naturales como controladas en áreas de infestación severa de *M. ulei* (7).

En cuanto al clon FX 3864 se observó un AT 16 al 30% del área foliar afectada, un TR con lesiones necróticas levemente esporuladas

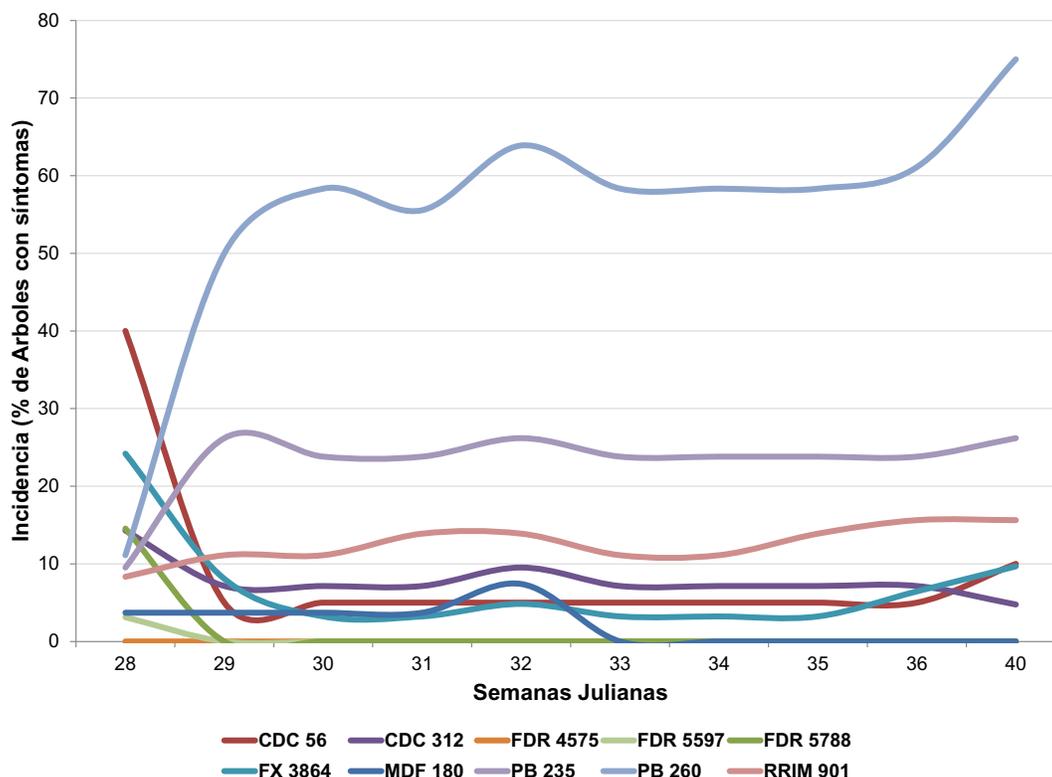


Figura 1. Incidencia por árbol de *M. ulei* 10 clones de *H. brasiliensis* establecidos en jardín clonal en la Hacienda La Voragine, Cimitarra – Santander entre Julio-Octubre de 2013.

Tabla 2. Severidad del ataque de *M. ulei* en clones de *H. brasiliensis*

Clon	AT	TR	ST	Reacción foliar a la infección
MDF 180	0	1	0	
CDC 56	1	3	1	
CDC 312	1	1	0	
FDR 5788	0	1	0	
FDR 4575	0	0	0	Sin síntomas
FDR 5597	0	1	0	Sin síntomas
FX 3864	3	3	2	

...continua

Tabla 2. Severidad del ataque de *M. ulei* en clones de *H. brasiliensis*

continuação...

Clon	AT	TR	ST	Reacción foliar a la infección
RRIM 901	3	3	2	
PB 260	3	3	3	
PB 235	3	3	3	

AT= severidad del ataque; TR= los tipos de reacción; ST= Abundancia de estromas.

y un ST con pocos estromas sobre las hojas (Tabla 2). Por ende, bajo las condiciones de la Hacienda La Vorágine, éste clon también presentó una resistencia parcial al mal de las hojas. Los clones de origen asiático, el RRIM 901, PB 260 y PB 235, presentaron susceptibilidad a la enfermedad caracterizada por un AT > 30% del área foliar afectada, un TR con lesiones levemente esporuladas y un ST con abundancia de estromas (Tabla 2).

Rivano et al. (7) obtuvieron los mismos resultados con los clones CDC 312, FDR 4575, FDR 5597 y MDF 180, con pocos ataques de *M. ulei* en hojas jóvenes y la ausencia de esporulación (Tabla 2), es decir resistencia completa validada en la Estación de Santo Domingo, Ecuador. Sin embargo, estos autores reportan una resistencia parcial para el clon FDR 5788 y total para el clon CDC 32, contrario a los resultados obtenidos bajo las condiciones de la Hacienda La Vorágine, donde en el CDC 32 se observó una resistencia parcial y en el FDR

5788 una resistencia total (Tabla 2). Con respecto al clon FX 3864, bajo las condiciones de la Estación de Santo Domingo (Ecuador), este mostró una respuesta variable, entre ataques medios a altos, es decir una moderada a alta susceptibilidad a *M. ulei* pero estos no afectaron el crecimiento del árbol en el primer año de desarrollo (7), resultados contrarios a las observaciones realizadas en la Hacienda La vorágine, donde se evidenció en este clon una resistencia parcial a este patógeno (Tabla 2). Esto último se puede explicar por la existencia de razas de *M. ulei*. Junqueira et al. (2) diferenciaron los clones de acuerdo con la presencia de resistencia completa contra algunas razas y el nivel de resistencia incompleta frente a otras razas de este patógeno, asumiendo que la resistencia completa es vertical y la incompleta es horizontal (4). Sin embargo, cabe decir que en Colombia no se ha reportado mayor variación de las poblaciones de *M. ulei*, aunque por la reproducción sexual del patógeno, ésta podría aumentar considerablemente.

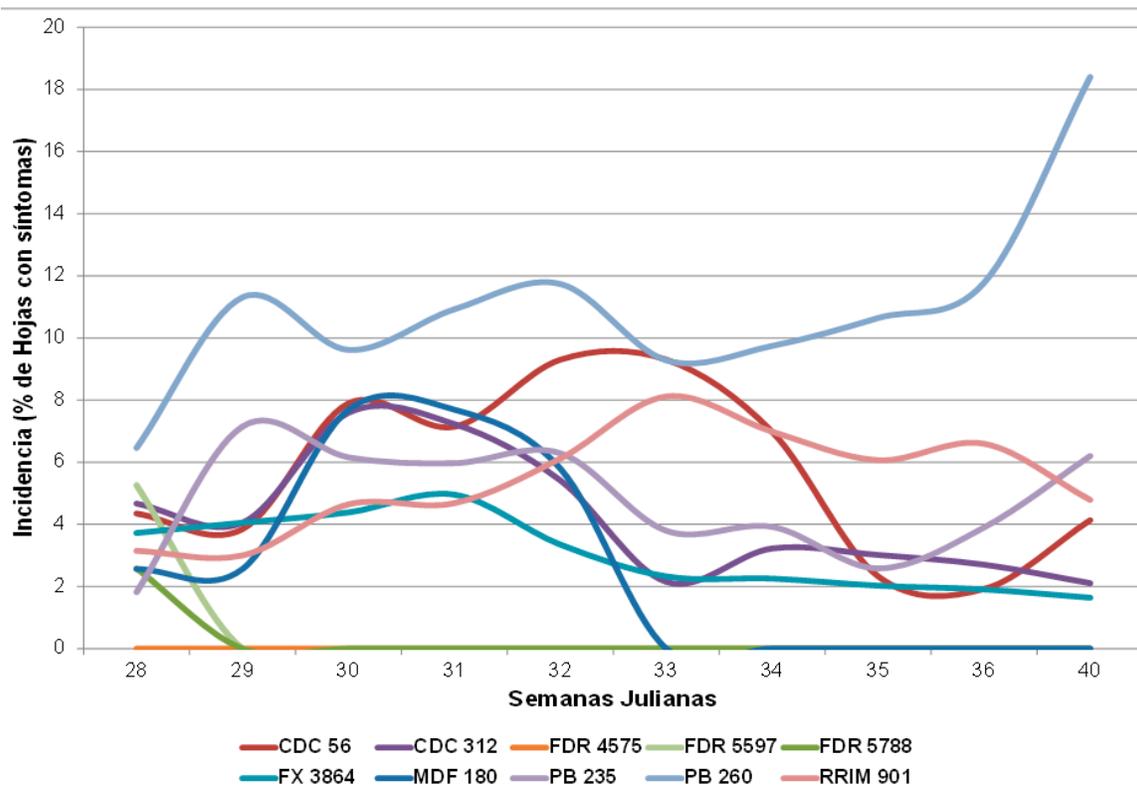


Figura 2. Incidencia de *M. ulei* en hojas de 10 clones de *H. brasiliensis* establecidos en jardín clonal en la Hacienda La Vorágine, Cimitarra – Santander entre Julio-Octubre de 2013.

La variable TR se empleó ya que ésta provee doble información sobre la resistencia: cualitativa porque indica cuando el clon es total o parcialmente resistente así como cuantitativa ya que indica la intensidad de esporulación. En cuanto a la ST se empleó como variable cuantitativa dado que también suministra información sobre el grado de resistencia parcial (7). En este sentido, dada la ausencia de estromas en los clones el FDR 5788 y CDC 32, estos se clasifican con alto nivel de resistencia parcial, seguidos del clon FX 3864 con un nivel moderado de resistencia parcial al mal de las hojas.

Con estos resultados, los clones CDC 312, FDR 4575, FDR 5597, FDR 5788 y MDF 180 se consideran potenciales para su establecimiento en zonas preferenciales con restricción del Magdalena Medio Colombiano. En cuanto a los clones susceptibles, RRIM 901, PB 235 y PB 260 se deben recomendar para zonas de escape al Mal de la Hoja del Caucho en el Magdalena Medio Colombiano, teniendo en cuenta la aptitud climática y los suelos.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias de la República de Colombia por el apoyo financiero recibido, así como a la Promotora de Caucho del Magdalena Medio – PROCAUCHO y en especial a su gerente Dr. Hernan Hernández por el apoyo en el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- García, D.; Troispoux, V.; Grange, N.; Rivano, F.; D’Auzac, J. Evaluation of the resistance of 36 *Hevea* clones to *Microcyclus ulei* and relation to their capacity to accumulate scopoletin and lignins. *European Journal of Plant Pathology*, v. 29, p. 323-338, 1999
- Junqueira, N.T.V.; Chaves, G.M.; Zambolin, L.; Alfenas, A.; Gasparotto, L. Reação de clones de seringueira a varios isolados de *Microcyclus ulei*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, n. 23, p. 877-893, 1988
- Le Guen, V.; García, D.; Doare, F.; Mattos, C.R.R.; Condina, V.; Couturier, C.; Chambon, A.; Weber, C.; Espeout, S.; Seguin, M. A rubber tree’s durable resistance to *Microcyclus ulei* is conferred by a qualitative gene and a major quantitative resistance factor. *Tree Genetics & Genomes*, V.7, p. 877-889, 2011
- Le Guen, V.; Garcia, D.; Mattos, C.; Clément-Demange, A.. Evaluation of field resistance to *Microcyclus ulei* of a collection of Amazonian rubber tree (*Hevea brasiliensis*) germplasm. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, V. 2, n.1, p. 141-148, 2002.
- Le Guen, V.; Lespinasse, D.; Oliver, G.; Rodier-Goud, M.; Pinard, F.; Seguin, M. Molecular mapping of genes conferring field resistance to South American Leaf Blight (*Microcyclus ulei*) in rubber tree. *Theoretical Applied Genetic*, V. 108, p. 160-167, 2003
- Lieberei, R. South American Leaf Blight of the Rubber Tree (*Hevea* spp.): New Steps in Plant Domestication using Physiological Features and Molecular Markers. *Annals of Botany*, V. 100, p. 1125-1142, 2007
- Rivano, F.; Martinez, M.; Cevallos, V.; Cilas, C. Assessing resistance of rubber tree clones to *Microcyclus ulei* in large-scale clone trials in Ecuador: a less time-consuming field method. *European Journal of Plant Pathology*, V. 126, p. 541-552, 2010
- Rivano, F.; Mattos, C.R.R.; Cardoso, S.E.A.; Martinez, M.; Cevallos, V.; Le Guen, V.; García, D. Breeding *Hevea brasiliensis* for yield, growth and SALB resistance for high disease environments. *Industrial Crops and Products*, V 44, p. 659-670, 2013