



## EVALUACIÓN FITOSANITARIA Y RESISTENCIA EN CAMPO A *MICROCYCLUS ULEI* DE *HEVEA BRASILIENSIS* EN LA AMAZONIA COLOMBIANA

Armando Sterling Cuellar<sup>1</sup>, Olga L. Rodríguez A.<sup>2</sup>, Jarlinson Correa Díaz<sup>3</sup>

### RESUMEN

La mayor limitación para la producción del caucho natural (*Hevea brasiliensis*) en la Amazonia la constituyen las enfermedades y las plagas. El limitante más serio es el Mal Suramericano de la Hoja (*Microcyclus ulei*). El objetivo de éste trabajo fue evaluar en campo la incidencia de las principales plagas y enfermedades con énfasis en la resistencia a *M. ulei* de 12 clones de *H. brasiliensis* en la Amazonia colombiana. Se estableció una parcela experimental con 85 individuos sembrados al azar, de los cuales se seleccionaron y evaluaron 60 plantas útiles (5 plantas/clon). El monitoreo en campo se realizó de forma mensual durante 13 meses distribuidos en cuatro periodos hidrológicos. Para analizar la resistencia a *M. ulei* se evaluaron tres componentes de resistencia: Intensidad de Ataque (IA), intensidad de Esporulación (IE) y Densidad Estromática (DE). Las plagas más frecuentes fueron la hormiga arriera (*Atta* sp.), el gusano cachón (*Erynnis ello*) y el chinche de encaje (*Leptopharsa heveae*). La mancha areolada (*Thanatephorus cucumeris*) y el Mal suramericano de la hoja (*M. ulei*) fueron las enfermedades con mayor incidencia. Se encontró diferencia significativa en IA, IE y DE entre los 12 clones de *H. brasiliensis* ( $p < 0,05$ ) y entre los cuatro periodos hidrológicos evaluados ( $p < 0,05$ ). Los mayores síntomas se expresaron en el periodo de mayor precipita-

ción. En general, los clones más resistentes a *M. ulei* y con mejores posibilidades para ser recomendados son: FDR 4575, FX 4098, IAN 873 y FDR 5597. Este estudio es el primer reporte donde se analiza la resistencia a *M. ulei* sobre una amplia base genética de clones promisorios para la Amazonia colombiana.

### PALABRAS CLAVES:

*Hevea brasiliensis*, plagas, enfermedades, *Microcyclus ulei*, Amazonia colombiana

### ABSTRACT

The main limitations for the production of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) in the Amazon are diseases and pests. The most serious limitation is South American Leaf Blight (SALB). The aim of this study was to evaluate in field the incidence of main pests and diseases with emphasis on the resistance to *M. ulei* on 12 clones of *H. brasiliensis* in the Colombian Amazon. An experimental area planted with 85 individuals at random was established, of which 60 were selected and evaluated (5 plants/ rubber clone). Field monitoring was conducted monthly for 13 months in four hydrological periods. To analyze the resistance to *M. ulei* three components of

<sup>1</sup> Investigador Instituto Amazónico de Investigaciones científicas-SINCHI Sede Florencia, Colombia. E-mail: asterling@sinchi.org.co.

<sup>2</sup> Investigadora Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI Sede Bogotá, Colombia. E-mail: olrodriguez@sinchi.org.co.

<sup>3</sup> Biólogo Universidad de la Amazonía. E-mail: jcorread22@yahoo.es

resistance were assessed: Attack Intensity (AI), Sporulation Intensity (SI), and Stromata Density (SD). The most frequent pests were the arriere ant (*Atta* sp.), the hornworm (*Erynnis ello*) and the lace bug (*Leptopharsa heveae*). The areolate spot (*Thanatephorus cucumeris*) and the SALB (*M. ulei*) were the diseases with highest incidence. Significant differences were found in AI, SI and SD in 12 clones of *H. brasiliensis* ( $p < 0.05$ ) and among the four hydrological periods evaluated ( $p < 0.05$ ). The main symptoms were expressed in the period of greatest precipitation. In general, the most resistant clones to *M. ulei* and the best to be recommended are: FDR 4575, FX 4098, IAN 873 and FDR 5597. This study is the first report describing the resistance to *M. ulei* on a broad genetic basis of promising rubber clones for the Colombian Amazon.

## KEY WORDS

*Hevea brasiliensis*, pests, diseases, *Microcyclus ulei*, Colombian Amazon.

## INTRODUCCIÓN

Se estima que en Colombia existen aproximadamente 26.400 ha cultivadas en caucho natural (*Hevea brasiliensis*), siendo el Departamento del Caquetá (Amazonia colombiana) donde se presenta la mayor superficie sembrada con un 26,7% del total (Santacruz, 2008). Según ASOHECA (2008), el Departamento del Caquetá cuenta actualmente con 7.068 has, de las cuales 1.090 has están en producción, generando aproximadamente 1.320 Ton. caucho seco/año. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos del Gobierno Nacional, la producción del caucho natural en Colombia es insuficiente para satisfacer la demanda interna, por lo que el país importó en 2007 el 97% de su consumo (FedECAUCHO, 2007).

En particular, la Amazonia colombiana posee características ambientales (HR: 79.5 - 88.6% y 25- 40 °C) (IDEAM, 1990) que posibilitan la proliferación y el desarrollo de diferentes tipos de enfermedades y plagas, que pueden llegar a ocasionar serias lesiones en distintos órganos y tejidos de las plantas, afectando a diversos núcleos caucheros como el Departamento del Caquetá, el cual reporta un decrecimiento en la producción de 1500 kg/ha a 900 kg/ha (ASOHECA,

2005), tendencia regional que se presenta por varias razones entre ellas, a que la mayoría del área explotada corresponde a árboles de más de 30 años y a que los clones sembrados han perdido tolerancia a la enfermedad al mal suramericano de las hojas (*Microcyclus ulei*) (FedECAUCHO, 2007).

Según Gasparotto *et al.* (1997) y Garzón (2000), entre las principales patologías foliares de origen fúngico presentes en el cultivo del caucho natural, se encuentran el mal suramericano de la hoja (*Microcyclus ulei*), la mancha areolada (*Thanatephorus cucumeris*), la costra negra (*Phyllacora huberi*), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) entre otras. En cuanto a plagas, las más comunes son el gusano cachón (*Erynnis ello*), el chinche de encaje (*Leptopharsa heveae*), comejen (*Heterotermes* sp.), el gusano peludo (*Premolis semirufa*) y la hormiga arriera (*Atta* sp.) entre otros.

Entre las patologías descritas, se destaca la más limitante de todas: El mal suramericano de la hoja causado por *M. ulei*. Esta enfermedad se encuentra ampliamente distribuida en América Central y del Sur y es un serio problema, dentro de los planes extensivos de propagación comercial, ya que los daños se concentran idealmente en las hojas, lo que a su vez disminuye notablemente la actividad fotosintética de la planta. Según Chee & Holliday (1997), la producción de látex disminuye entre el 20 y 75 % y en plantas adultas la presencia permanente de la enfermedad puede ocasionar la muerte de la planta.

En distintos países de Latinoamérica como Brasil y Guatemala, se han realizado estudios de evaluación de resistencia de clones de caucho (*Hevea* spp.) a *M. ulei*, dejando en evidencia la variación fisiológica de *M. ulei* y la pérdida paulatina de la resistencia del *Hevea*. Esta situación ha puesto en alerta a muchos países latinoamericanos de naturaleza cauchera, los cuales mediante distintos estudios han buscado conocer la resistencia de los diferentes clones de caucho de uso comercial, promisorio y potencial en diferentes ecoregiones.

En Colombia, entidades como el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -Sinchi- han realizado trabajos de diagnóstico fitopatológico en zonas de no escape ubicadas en los Departamentos de Caquetá y Pu-

tumayo (Ziebell, 2000), sin embargo, se resalta no sólo la importancia de efectuar la identificación de las razas virulentas del hongo *M. ulei*, sino además identificar el grado de resistencia de los clones de caucho presentes en las plantaciones actuales de la Amazonia colombiana, donde residen las plantaciones de caucho más grandes del país y las principales fuentes de material vegetal para los programas de siembra a nivel nacional.

De acuerdo con lo anterior, este trabajo tuvo como objetivos: 1) determinar en campo la incidencia de las principales plagas y enfermedades asociadas a distintos clones de *H. brasiliensis* y 2) evaluar bajo condiciones naturales la resistencia parcial de *H. brasiliensis* a *M. ulei* en la Amazonia colombiana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

El Departamento del Caquetá (principal núcleo cauchero de la Amazonia colombiana), área de no escape al mal suramericano de las hojas, se sitúa entre los 2° 58 minutos de latitud Norte y 0° 40 minutos de latitud Sur, entre los 71° 30 minutos y 76° 15 minutos de longitud al oeste del Greenwich (IGAC, 1993). El área experimental se estableció en la Vereda Itarca, municipio de La Montañita localizado en el área de transición entre la cordillera oriental y la planicie amazónica a 450 msnm. Esta zona presenta una precipitación de 3.340 mm, una temperatura de 25.2 °C, una humedad relativa de 85.7% y un brillo solar de 1.452 H/L/año (IGAC, 2003).

### MATERIAL VEGETAL

Para las evaluaciones fitosanitarias y de resistencia parcial a *M. ulei* se emplearon 12 clones de caucho natural (*H. brasiliensis*): De uso comercial (IAN 873, FX 3864 y IAN 710), de uso potencial (FX 4098, FX 2261, GU 198, FDR 4575, FDR 5597, FDR 5788 y CDC 56) y de referencia (MDF 180 y PB 260).

### DISEÑO Y MONITOREO DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

Se estableció una parcela policlonal (12 clones) de forma rectangular de 24 m x 36 m, con cinco líneas,

cada una con 17 individuos sembrados al azar a una distancia de 5 m x 2 m, totalizando 85 individuos, de los cuales se seleccionaron y evaluaron 60 plantas útiles (5 plantas/clon) a partir del primer mes del establecimiento de la parcela. El monitoreo en campo (lecturas fitosanitarias) se realizó mensualmente durante 13 meses y se evaluaron cinco individuos por cada clon de *H. brasiliensis*. Con el fin de evaluar el comportamiento fitosanitario de los diferentes clones considerando el ciclo de lluvias en la zona de estudio, se establecieron cuatro periodos hidrológicos: 1) 1° período seco (noviembre de 2007 a febrero de 2008: 619,8 mm); 2) período lluvioso (marzo a junio de 2008: 1.704,9 mm); 3) período de transición de lluvias (julio a septiembre de 2008: 808,2 mm); y 4) 2° período seco (octubre a diciembre de 2008: 469,3 mm) (Ideam, 2008).

### EVALUACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Se evaluó mensualmente la incidencia (porcentaje de plantas con presencia del agente agresor) de los principales insectos-plaga y enfermedades foliares de origen fúngico presentes en los 12 clones de *H. brasiliensis* teniendo en cuenta las metodologías propuestas por Alvarado & Najera (1997), Gasparotto *et al.* (1990) y Gasparotto *et al.* (1997).

### EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A *M. ULEI*

Para evaluar la resistencia de *H. brasiliensis* a *M. ulei* se seleccionaron los folíolos del último lanzamiento foliar con el fin de registrar las notas máximas (folíolo con la lesión más severa) de tres componentes de resistencia parcial: **1) Intensidad de Ataque (IA)** según (Chee, 1976), definida en cinco clases basadas en el porcentaje de superficie foliar de folíolos con síntomas en estadio B/C (folíolos inmaduros marrones/verde claro) según Hallé *et al.* (1978). 1: < 1% (ataque nulo o resistencia); 2: 1 – 5% (ataque leve); 3: 6 – 15% (ataque moderado); 4: 16 – 30% (ataque severo) y 5: > 30% (ataque muy severo); **2) Intensidad de Esporulación (IE)** según la escala propuesta por Mattos *et al.* (2003): 1: Lesiones necróticas sin esporas; 2: Lesiones no necróticas sin esporas; 3: Esporulación muy débil sobre la cara inferior de la

lesión; 4: Esporulación fuerte cubriendo parcialmente la cara inferior de la lesión; 5: Esporulación muy fuerte cubriendo toda la cara inferior de la lesión; 6: Esporulación muy fuerte cubriendo toda la cara inferior de la lesión y fuerte en la cara superior; y **3) Densidad Estromática (DE)** según la escala de Mattos *et al.* (2005) teniendo en cuenta el número de estromas presentes en folíolos en estadio D (folíolos maduros verde oscuro) según Halle *et al.* (1978), empleando una escala de 0 a 3: 0, ausencia de estromas; 1, menos de 10 estromas/folíolo; 2, entre 10 y 30 estromas/folíolo; y 3, mas de 30 estromas/folíolo.

Considerando como parámetros principales la IA y la DE, se clasificó el nivel de resistencia de cada clon de *H. brasiliensis* de acuerdo con la escala propuesta por Le Guen *et al.* (2002): CR: Completamente resistente =  $IE < 3$  y  $DE = 0$ ; PR: Parcialmente resistente =  $IE < 5$  y  $DE < 2$  y AS: Altamente susceptible =  $IE > 4$  ó  $DE > 1$ .

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se aplicó un análisis de varianza de dos vías (Factor 1: Clon y Factor 2: Período hidrológico) al 5% de significancia para las variables IA, IE y DE. Se efectuó la prueba de comparación a posteriori de Tukey HSD en todos los casos. Todos los tests estadísticos se realizaron con el programa SAS Versión 9.0.

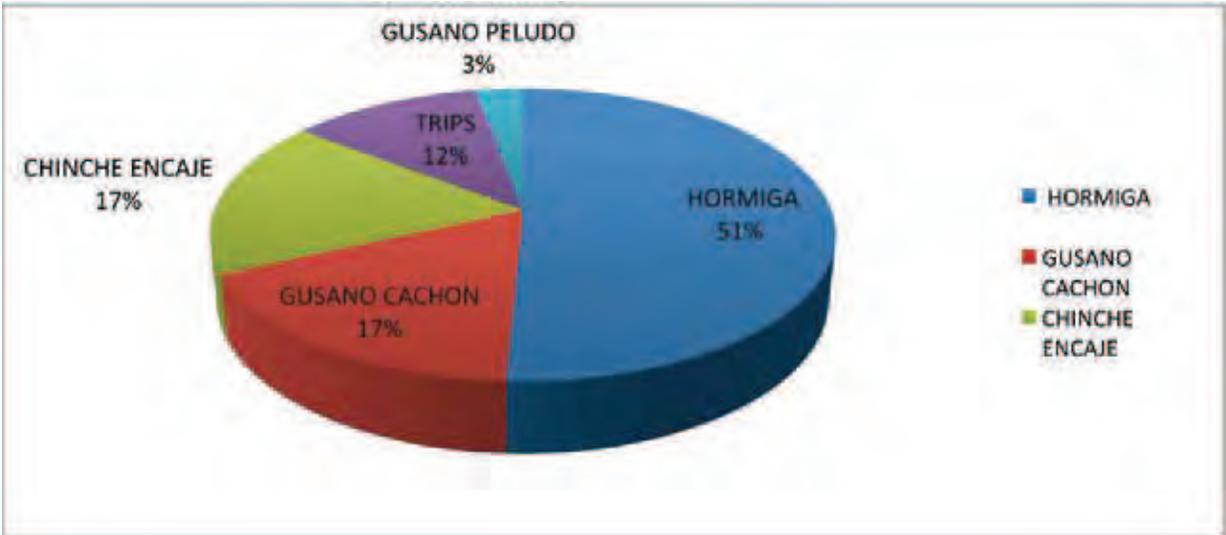
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Los principales artrópodos-plaga identificados en la parcela policlonal fueron típicamente insectos fitófagos y chupadores. La plaga más agresiva fue la hormiga arriera (*Atta* sp.) con un porcentaje de incidencia promedio del 51% luego de 13 meses de seguimiento en campo (Figuras 1 y 2a).



**FIGURA 1.** PRINCIPALES ARTRÓPODOS-PLAGA ASOCIADOS A UNA PARCELA POLICLONAL DE *H. BRASILIENSIS* SITUADA EN LA LOCALIDAD DE ITARCA (MONTAÑITA, CAQUETÁ – AMAZONIA COLOMBIANA). **A.** HORMIGA ARRIERA (*ATTA* SP.). **B.** GUSANO CACHÓN (*E. ELLO*). **C.** CHINCHE DE ENCAJE (*L. HEVEAE*). **D.** GUSANO PELUDO (*P. SEMIRRUF*A). FOTOGRAFÍAS: LOS AUTORES.



**FIGURA 2.** INCIDENCIA (%) DE LOS PRINCIPALES ARTRÓPODOS-PLAGA PRESENTES EN UNA PARCELA POLICLONAL DE *H. BRASILIENSIS* EN LA AMAZONIA COLOMBIANA) DESPUÉS DE 13 MESES DE SEGUIMIENTO.



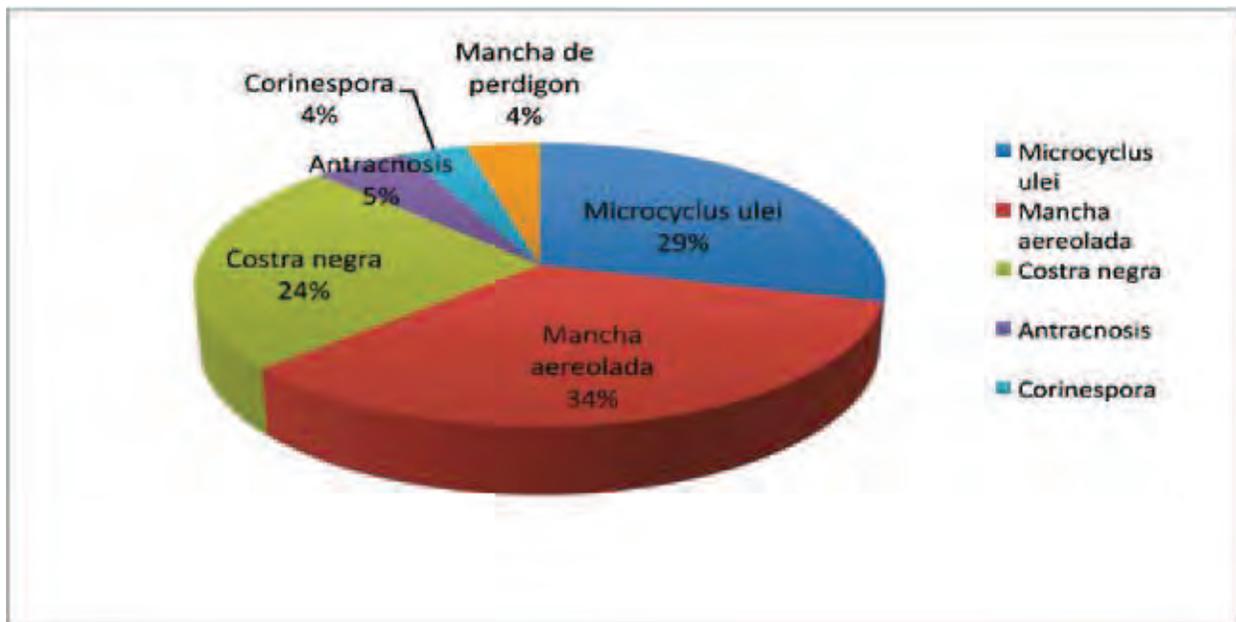
**FIGURA 3.** PRINCIPALES ENFERMEDADES FOLIARES ASOCIADAS A UNA PARCELA POLICLONAL DE *H. BRASILIENSIS* SITUADA EN LA LOCALIDAD DE ITCARCA (MONTAÑITA, CAQUETÁ – AMAZONIA COLOMBIANA). A. MANCHA AREOLADA (*T. CUCUMERIS*). B. MAL SURAMERICANO (*M. ULE*). C. COSTRA NEGRA (*P. HUBERI*). D. ANTRACNOSIS (*C. GLOESPORIOIDES*). FOTOGRAFÍAS: LOS AUTORES.

El gusano cachón (*E. ello*) y el chinche de encaje (*L. heveae*) (Figuras 2b y 2c) aunque fueron menos abundantes (17%) (Figura 1), representan una fuerte amenaza para las plantaciones de caucho (Rincón, 1996; Garzón, 2000). Según Garzón (2000) el gusano cachón puede llegar a consumir hasta 1.000 centímetros cuadrados de la superficie foliar, 75% de los cuales son consumidos durante el último instar (15 días) empezando por lo general con los folíolos jóvenes de arriba hacia abajo, dejando solamente la nervadura central o algunos casos el pecíolo.

Los trips (*Polyphagotarsonemus latus*) y el gusano peludo (*P. semirufus*) (Figura 2d) fueron las plagas menos abundantes con porcentajes de incidencia de 12% y 3% respectivamente (Figura 1). Los trips son insectos responsables del encrespamiento de los cogollos y de las hojas recién formadas, se encuentra en viveros y jardines clonales a menudo dejan una huella sobre los folíolos en forma de espiral (Garzón, 2000). Por su parte, el gusano peludo aunque fue poco abundante, posee una gran agresividad en cultivares jóvenes con alta densidad de siembra situándose generalmente en el envés de la hoja y se alimenta haciendo cortes de forma angular en las nervaduras de las hojas adultas (Garzón, 2000).

En cuanto a las enfermedades foliares de mayor importancia, se destacaron la mancha areolada (*T. cucumeris*), el mal suramericano de la hoja (*M. ulei*) y la costra negra (*P. huberi*) (Figuras 3 y 4). En contraste la mancha de corinespora (*Corynespora cassicola*) y el perdigón (*Dreslhera heveae*) fueron las enfermedades menos abundantes en los diferentes clones de *H. brasiliensis* evaluados (Figuras 3 y 4).

Según Leal (1999) la mayor limitación para la producción del caucho en la Amazonia la constituyen en primer lugar las enfermedades, las plagas, y la falta de material de propagación, pero resueltos éstos, es posible incrementar la producción por encima de los 1500 Kg caucho seco/ha.año (Asoheca, 2005). En este sentido, los resultados de éste estudio permiten apreciar no sólo la diversidad de patógenos foliares presentes en *H. brasiliensis* en la Amazonia colombiana sino además la notable incidencia de enfermedades con fase de desarrollo sexual estromático (Mal Suramericano de la Hoja y Costra Negra), lo cual según Shaner *et al.* (1992) constituye una alta fuente de variación patogénica y una fuente de resistencia frente a nuevas posibilidades de control fitosanitario, debido al carácter resistente de los propágulos (peritecios) empleados por éstos hongos para su supervivencia.



**FIGURA 4.** INCIDENCIA (%) DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES FOLIARES PRESENTES EN UNA PARCELA POLICLONAL DE *H. BRASILIENSIS* EN LA AMAZONIA COLOMBIANA DESPUÉS DE 13 MESES DE SEGUIMIENTO.

**TABLA I.** NOTAS MÁXIMAS DE INTENSIDAD DE ESPORULACIÓN, INTENSIDAD DE ATAQUE Y DENSIDAD ESTROMÁTICA DE *M. ULEI* EN 12 CLONES DE *H. BRASILIENSIS* PARA CUATRO PERÍODOS HIDROLÓGICOS (13 MESES) EN LA LOCALIDAD DE ITARCA (MONTAÑITA, CAQUETÁ - AMAZONIA COLOMBIANA).

Clon	Componentes de resistencia											
	Intensidad de Esporulación (IE)				Intensidad de Ataque (IA)				Densidad Estromática (DE)			
	*P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
PB 260	3	6	6	4	3	4	4	3	0	2	3	0
FX 4898	4	4	3	4	3	2	2	3	0	0	0	0
FDR 4575	3	4	3	3	2	2	2	1	0	0	0	0
FDR 5597	3	4	3	3	3	4	1	1	0	0	0	0
GU 198	3	6	3	2	3	2	2	3	0	2	0	1
FX 2261	4	6	6	3	3	2	3	2	0	2	2	2
IAN 710	3	4	6	3	2	4	1	2	0	1	2	1
IAN 717	3	5	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0
MDF 180	3	6	3	3	2	1	1	2	0	0	0	0
IAN 873	4	3	6	3	3	2	3	2	0	0	1	0

\*Períodos hidrológicos P. P1: Primer Periodo Seco; P2: Periodo Lluvioso; P3: Periodo de Transición; P4: Segundo Periodo Seco.

## RESISTENCIA PARCIAL DE CLONES DE *H. BRASILIENSIS* A *M. ULEI*

Para entender la resistencia de *H. brasiliensis* a *M. ulei* se deben contemplar los principales componentes de resistencia parcial (intensidad de ataque, intensidad de esporulación y densidad de estromas) que caracterizan la susceptibilidad de los distintos genotipos de caucho natural a *M. ulei*.

## INTENSIDAD DE ATAQUE

Según la tabla 1, la mayor intensidad de ataque para el primer periodo hidrológico se presentó en el clon CDC 56 con un área foliar afectada mayor al 30% lo que indica un ataque muy severo para éste clon en la Amazonia colombiana. En contraste los clones FDR 4575, IAN 710, IAN 717, MDF 180, FX 3864 y IAN 873 exhibieron un nivel de ataque 2, lo cual indica un ataque moderado bajo las condiciones locales.

En el segundo periodo hidrológico, la intensidad de ataque presentó una considerable disminución en diversos clones. Entre tanto se estableció que otros clones presentaron tendencia a aumentar su nivel de ataque. Como se observa en la tabla 1, los clones PB 260,

FDR 5597 y IAN 710, presentaron el mayor ataque (ataque severo); en contraste el clon MDF 180 fue el menos atacado (área foliar afectada menor al 1%). En el periodo de transición los niveles de ataque presentaron una disminución importante. Sólo tres clones: PB 260, FX 2261 y CD C56 fueron los más susceptibles al ataque de *M. M. ulei*. Esto contrasta, para el cuarto periodo hidrológico con la resistencia exhibida por los clones FX 2261, IAN 710, IAN 717, MDF 180 y IAN 873, los cuales presentaron un área foliar afecta entre el 6 y 15% (ataque moderado).

Se encontró diferencia significativa en la intensidad de ataque entre los 12 clones de *H. brasiliensis* ( $p < 0,05$ ) y entre los cuatro periodos hidrológicos evaluados ( $p < 0,05$ ). Esto significa que la virulencia expresada por *M. ulei* en los distintos genotipos de *H. brasiliensis* está determinada no sólo por clon que infecta sino además por el nivel de precipitación en el cual ocurrió la infección. Los periodos de mayor precipitación fueron aquellos en los cuales los diferentes clones expresaron mayores notas de intensidad de ataque, a diferencia de los periodos secos en cuyo caso la severidad fue menor. Las mayores diferencias entre clones, se encontraron entre el clon PB260 (IA = 4) y los clones MDF180 (IA = 2) y IAN 717 (IA = 2).

Los resultados de severidad reportados en éste estudio coinciden con los encontrados por Darmono & Chee (1985), quienes evaluando la susceptibilidad de distintos clones de *H. brasiliensis* mediante el diámetro de lesión, clasificaron a los clones FX 2261 y FX 4098 como moderadamente resistentes, en contraste con el clon IAN 873 que fue considerado susceptible, contrastando éste último clon con los resultados de éste estudio en donde dicho clon expresó un ataque moderado de *M. ulei*. Según Rivano (1997) los clones IAN 873 y IAN 710 presentaron una baja tasa de abscisión foliar en un campo de observación a pequeña escala, lo cual constituye un buen parámetro de resistencia de éstos materiales a *M. ulei*, y que en éste estudio fue confirmado por la menor severidad expresada por estos clones en los periodos hidrológicos de mayor presión del patógeno.

## INTENSIDAD DE ESPORULACIÓN

En el primer periodo seco (P1) el clon CDC 56 presentó una alta intensidad de esporulación (IE= 5) (tabla 1), lo cual según la escala de Mattos *et al.* (2003) constituye lesiones con una esporulación muy fuerte cubriendo toda la cara inferior de la lesión. Con una esporulación intermedia se encuentran los clones FX 4098, FX 2261, IAN 710, IAN 873 y FX 3864; estos clones presentaron una IE= 4 cuya esporulación cubre parcialmente la cara inferior de la lesión.

En el periodo lluvioso (P2) se pudo observar como la alta precipitación influyó en la intensidad de esporulación, lo cual sumado a la humedad relativa (74,3%) y a la temperatura promedio (29,9 °C) favorecieron la agresividad de *M. ulei* con un rango de esporulación que osciló entre 3 y 6. Según Gasparotto *et al.* (1990) la enfermedad aparece cuando la humedad relativa es superior al 95% por lo menos 10 horas continuas durante 12 noches en un mes y la temperatura que mas favorece su incidencia es de 24°C, con un rango de 21 a 28 °C. Los clones que exhibieron la mayor susceptibilidad obedeciendo a éste componente de resistencia fueron: PB 260, GU 198, FX 2261, MDF 180 y CDC 56.

En el periodo de transición (P3) se pudo observar una situación similar a la encontrada para el periodo P2,

en cuyo caso siete de los doce clones evaluados exhibieron lesiones con una notas de IE= 6 (tabla 1). Es posible que la fase explosiva de la enfermedad se haya expresado en este período como resultado de los signos esporulantes generados en el periodo anterior.

En el cuarto y último periodo (P4) encontramos que la intensidad de esporulación presentó una disminución considerable, sólo dos clones (PB260 y FX4098) presentaron una IE= 4 como notas máximas entre todos los clones evaluados (tabla 1). Según Gasparotto *et al.* (1997) el desarrollo del hongo se limita cuando la temperatura es menor a 21°C y mayor a 30°C. En este periodo la temperatura fue de 34°C la mayor en los cuatro periodos evaluados lo que posiblemente influyó en el nivel de propagación asexual de *M. ulei*.

Se encontró diferencia significativa en la intensidad de esporulación entre los 12 clones de *H. brasiliensis* ( $p < 0,05$ ) y entre los cuatro periodos hidrológicos evaluados ( $p < 0,05$ ). Esto significa que la agresividad expresada por *M. ulei* en los distintos genotipos de *H. brasiliensis* está determinada no sólo por el clon probado sino además por el régimen de lluvias del sitio experimental (Gasparotto *et al.*, 1990; Gasparotto *et al.*, 1997; Garzón, 2000). Los periodos de mayor precipitación fueron aquellos en los que los diferentes clones expresaron mayores notas de intensidad de esporulación, a diferencia de los periodos secos en donde hubo menos esporulación. Las mayores diferencias entre clones, se encontraron entre el clon PB 260 y los clones MDF 180 y IAN 717, similar a lo observado con la intensidad de ataque.

## DENSIDAD ESTROMÁTICA

Las notas máximas de densidad estromática ocasionadas por *M. ulei* oscilaron entre 0 y 3 (Tabla 1). En este sentido los clones PB 260, IAN 710, FX 2261 y CDC 56 presentaron la mayor formación de lesiones estromáticas en al menos uno de los cuatro periodos hidrológicos evaluados, con notas superiores a 1 en la escala de Mattos *et al.* (2005). Los clones FX 4098, FDR 4575, FDR 5597 y MDF 180 no desarrollaron estromas durante todas las fases de seguimiento en campo. En los periodos de transición (P2) y lluvias (P3) (tabla 2) se expresaron las mayores notas estro-

**TABLA 2.** NIVEL DE RESISTENCIA DE 12 CLONES DE *H. BRASILIENSIS* A *M. ULEI*, CONSIDERANDO LAS NOTAS MÁXIMAS DE INTENSIDAD DE ESPORULACIÓN (IE) Y DENSIDAD ESTROMÁTICA (DE), LUEGO DE 13 MESES DE SEGUIMIENTO BAJO CONDICIONES NATURALES EN LA LOCALIDAD DE ITARCA (MONTAÑITA, CAQUETÁ – AMAZONIA COLOMBIANA).

Clon	Incidencia (%)	IE	DE	Escala de valores	Tipo de resistencia
FDR 4575	51,4	4	0	IE < 5 y DE < 2	Parcialmente Resistente
FX 4098	34	4	0	IE < 5 y DE < 2	Parcialmente Resistente
FDR 5597	23,8	4	0	IE < 5 y DE < 2	Parcialmente Resistente
IAN 717	34,2	5	0	IE < 5 y DE < 2	Parcialmente Resistente
MDF 180	21,4	6	0	IE > 4 ó DE > 1	Altamente Susceptible
IAN 873	46,1	4	1	IE < 5 y DE < 2	Parcialmente Resistente
FX 3864	53,3	6	1	IE > 4 ó DE > 1	Altamente Susceptible
GU 198	43,8	6	2	IE > 4 ó DE > 1	Altamente Susceptible
FX 2261	46,6	6	2	IE > 4 ó DE > 1	Altamente Susceptible
CDC 56	38,1	6	2	IE > 4 ó DE > 1	Altamente Susceptible
IAN 710	49	6	2	IE > 4 ó DE > 1	Altamente Susceptible
PB 260	42,3	6	3	IE > 4 ó DE > 1	Altamente Susceptible

máticas de *M. ulei* sobre los diferentes clones evaluados. En el primer periodo seco (P1) hubo ausencia total de lesiones con estromas.

Se encontró diferencia significativa en la densidad de estromas entre los 12 clones de *H. brasiliensis* ( $p < 0,05$ ) y entre los cuatro periodos hidrológicos evaluados ( $p < 0,05$ ). Esto significa que la reproducción sexual expresada por *M. ulei* en los distintos genotipos de *H. brasiliensis* está determinada no sólo por clon que infecta sino además por las condiciones de precipitación presentes.

Los resultados permiten afirmar que los clones que presentaron las mayores notas de ataque y esporulación, exhibieron además la mayor formación de estromas (tablas 1 y 2). La ausencia total de estromas exhibida por varios de los clones evaluados en los distintos periodos hidrológicos constituye una barrera genética clave en la interacción hospedero-patógeno, ya que conlleva al bloqueo del desarrollo sexual del hongo, en donde ocurre la mayor variabilidad fisiológica de este patógeno biotrófico (Junqueira *et al.*, 1987; Gasparotto *et al.*, 1989; Peralta *et al.*, 1990). Estos materiales vegetales resultan ser muy importantes en la búsqueda de resistencia horizontal ya que constituyen la fuente de nuevos genotipos resistentes a *M. ulei* para los programas de mejoramiento genético

de caucho natural en América (Rivano *et al.*, 1989; Simmonds, 1990).

## CLASIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA

En la tabla 2 se clasifica el nivel de resistencia de los 12 clones de *Hevea brasiliensis* evaluados en este estudio y el nivel de incidencia de *M. ulei*, considerando como criterios fundamentales las notas máximas de intensidad de esporulación y de densidad estromática para expresar dicha interacción (Le Guen *et al.*, 2002; Mattos, 2007).

En general, en la parcela de evaluación establecida en el Departamento del Caquetá los clones más resistentes a *M. ulei* fueron: FDR 4575, FX 4098, IAN 873 y FDR 5597 los cuales mostraron ser parcialmente resistentes. Los otros clones evaluados se clasificaron como altamente susceptible, ya que presentaron en al menos uno de los cuatro periodos hidrológicos una  $IE > 4$  ó  $DE > 1$ .

Los resultados consignados en la tabla 2, permiten señalar tres puntos importantes: 1) Pérdida de resistencia en varios de los clones evaluados (Le Guen *et al.*, 2002; Mattos *et al.*, 2005; Mattos, 2007); 2) reacción clonal específica según la procedencia del material vegetal (Rivano, 1997); y 3) compatibilidad específica con

diferentes fuentes de inóculo de *M. ulei* (Peralta *et al.*, 1990). Esto explicaría porque la variación en el tipo de reacción expresada por clones evaluados en otros trabajos con los resultados encontrados en éste estudio.

En general, los clones que tienen mejores posibilidades para ser recomendados comercialmente en la Amazonia colombiana, atendiendo exclusivamente a su resistencia parcial en campo contra *M. ulei*, son los clones: FDR 4575, FX 4098, IAN 873 y FDR 5597, esto basado no solo en los resultados arrojados por este estudio, sino además por las referencias de históricas de resistencia a *M. ulei* que han expresado dichos materiales tanto en campo como en laboratorio por diversos estudios llevados a cabo en otros países de América (Junqueira *et al.*, 1986; Rivano, 1997; Matos *et al.*, 2003; Mattos *et al.*, 2005; Mattos, 2007).

El análisis de las reacciones fisiológicas de *Hevea* spp. permiten entender que la resistencia de *Hevea* a *M. ulei* está asociada con varios componentes, los cuales parcialmente participan en la resistencia y están influenciados por complejas interacciones hospedero-parásito que difieren de acuerdo al clon y al área geográfica de donde proviene la fuente de inóculo infeccioso.

## CONCLUSIONES

En la Amazonia colombiana, aún se desconoce la variabilidad patogénica de *M. ulei* en ambientes naturales, sin embargo, los resultados de éste estudio mostraron una alta incidencia de la enfermedad bajo los diferentes regímenes hidrológicos del Caquetá, el mayor núcleo cauchero de la región, colocando de manifiesto una alta presión del hongo y una pérdida de resistencia de un buen número genotipos de *Hevea* con uso potencial y promisorio para la amazonia. Los resultados de esta investigación, permiten recomendar de forma preliminar la evaluación en parcelas de evaluación a gran escala los clones FDR 4575, FX 4098, IAN 873 y FDR 5597, los cuales pueden ser utilizados *a posteriori* a escala comercial dentro de los planes masivos de siembra a los cuales les ha apostado el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural mediante el fortalecimiento de la cadena productiva del

caucho natural en los Departamentos de Putumayo, Guaviare y Caquetá, destacándose el Caquetá, principalmente por el componente social asociado al cultivo del cual dependen 1640 familias presentes en los 16 municipios del Departamento, quienes han visto en el caucho una alternativa promisorio para sustituir los cultivos de uso ilícito en la región reduciendo así el alto costo socio-económico y ambiental que ha impactado en los últimos años a la amazonia colombiana.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto “Caracterización morfológica y molecular del hongo *Microcyclus ulei* agente causal del Mal Suramericano de la Hoja en el cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis*), Convenio 035/04 IICA-MADR y contrato 018/04 IICA-Unión Temporal: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi - Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, por el soporte económico a la presente investigación; y al Dr. Carlos R. Mattos por la orientación recibida sobre *M. ulei* en las Plantaciones Michelín-Bahía PMB (Brasil) convenio PMB-Cirad.



FIGURA 5. VISTA AEREA DE JARDÍN CLONAL ASOHECA

## BIBLIOGRAFÍA

- Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá, Asoheca. 2005. Plan Estratégico y de Negocios. Documento Técnico No 1.
- Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá, Asoheca. 2008. Plan Estratégico y de Negocios. Documento Técnico No 1.
- Alvarado, J., Najera, C. 1997. Las enfermedades del cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*) en Guatemala. Gremial de huleros de Guatemala. 1997, 160 p.
- Chee, K. 1986. Occurrence of eight Races of *Microcyclus ulei* on *Hevea* Rubber in bahía, Brazil. *Tras. Br. mycol. Soc.* 87(t), p.16-18.
- Chee, K., Holliday, P. 1997. Enfermedad suramericana de la hoja del hule (caucho)
- Hevea*. Instituto para la Investigación y Desarrollo del Hule de Malasia, MRRDB. 1986.
- Monografía n° 13. Presentado en la serie técnica n° 37 *Avances de la investigación en caucho natural*. Conif. Santa Fe de Bogotá.
- Chee, K., 1976. South American leaf blight of *Hevea brasiliensis*: spore dispersal of *Microcyclus ulei*. *Annals of Applied Biology*, 84(2):p.147-152.
- Compagnon, P. 1998. El Caucho Natural. *Biología - Cultivo y Producción*. CIRAD C.P. Concejo Mexicano de hule México. 1998, 840 p.
- Darmono, T.W. 1971. Differences in clonal reaction of *Hevea* rubber to south American leaf blight. p. 285-291.
- Darmono, T., Chee, K. 1985. Reaction of *Hevea* Clones Races of *Microcyclus ulei* in Brazil. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia*, Volumen 33. Parte (1), p. 1-8.
- Fedecauchó, 2007. Plan Quinquenal de Desarrollo Heveícola Colombiano.
- Garzón, F. 2000. Principales enfermedades y plagas en el cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*) con énfasis en la Amazonia Colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -Sinchi-. Colombia, 59 p.
- Garzón, F. 2002. Memorias técnicas del seminario sobre “Las principales enfermedades, insectos plagas y factores nutricionales que afectan el cultivo de caucho en departamento del Putumayo.” Instituto Amazónico De Investigaciones Científicas -Sinchi-. Villa Garzón, Putumayo. no. 110, 70 p.
- Gasparotto, L., Zambolim, L., Maffia, L., Ribeiro, Do Vale F., Junqueira, N. 1989. Efeito da temperatura e umidade sobre a infeccao de seringueira (*Hevea* spp.) por *Microcyclus ulei*. *Fitopatol.bras.* 14(1).
- Gasparotto, L., Lima, M., Pereira, J., Dos santos, A. 1990. Enfermidades da seringueira no Brasil. Manaus. Embrapa. Circular técnica. 168 p.
- Gasparotto L. F, Dos, A.F., Pereira J., Ferreira F.A. 1997. Doenças da seringueira no Brasil. Brasília. Embrapa-SPI. 168 p.
- Henn, P., Arx, V. 1981. Avalicao de sete clones de Seringueira Quanto a Resistencia ao mal Das Folhas (*Microcyclus ulei*). *Fitopatologia Brasileira* no.6, p. 511-513.
- Instituto De Hidrología, Metereología y Estudios Ambientales-Ideam. 1990. Datos meteorológicos del departamento del Caquetá. Santa Fé de Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Metereología y Estudios Ambientales -Ideam. 2008. Datos meteorológicos del departamento del Caquetá. Santa Fé de Bogotá. Estación Limnimétrica. Montañita, Caquetá, p.1-3.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. – IGAC. 1993. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial de occidente del Departamento del Caquetá. Bogotá, 1993, 673 p.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas,- Sinchi. 2000. Los factores que afectan el desarrollo y la producción del caucho *Hevea* en el Caquetá y Putumayo (Zonas Húmedas), Informe final del área de fitopatología. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -Sinchi-. Santafé de Bogotá. 60 p.
- Junqueira, N., Alfenas, A., Chaves, G., Zambolim, L. Gasparoto, L. 1987. Variabilidade isoenzimatica de isolados de *Microcyclus ulei* com diferentes niveis de virulencia. *Fitopatol. Bras*, 12(3).
- Leal, F. 1999. Impactos actuales y potenciales de las enfermedades de los cultivos perennes de la Amazonia y posibilidades de control para el desarrollo sostenible de la región. *Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaría Pro Tempore*. Caracas, Venezuela.
- Le guenn, V., Garcia D., Mattos C., Clement A. 2002. Evaluation of field resistance to *Microcyclus ulei* of a collection of Amazonian rubber tree (*Hevea brasiliensis*) germoplasm. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*.
- Mattos, C., Garcia, D., Le Guen V. 2005. Seleçao de Clones de Seringueira com Alta Produçao e Resistentes ao Mal-Das-Folhas. Ceplac. Comunicacáo técnico no. 28, p.1- 9.
- Mattos, C., García, D., Pinard, F., Le Guen, V. 2003. Variabilidade de isolados de *Microcyclus ulei* no Sudeste de Bahía. *Fitopatologia Brasileira*. 28 (5), p. 502-507.
- Peralta, A., Furtado, E., Amorim, Menten, J., Filho, A. 1990. Melhoramento para resisténcia ao mal das folhas da seringueira: Revisao. *Summa Phytopathologica*. Vol. 26, p.11
- Rincon, O. (1996). Manual para el cultivo de caucho. Corpoica-Tibaitata. Colombia. 196p.
- Rivano, F. 1997. La maladie Sud-Amé´ricaine des feuilles de l’*Hevea*. I. Variabilité du pouvoir pathog`ene de *Microcyclus ulei*. *Plantations, recherche, développement* 4, p.104-110.
- Rivano, F. 1997. South American leaf blighting of *Hevea* I. Variability of *Microcyclus ulei* pathogenecity. *Plantation Recherche, Devel.* 4, p. 104-114.

Santacruz, O., 2008. Comportamiento del caucho natural en Colombia y el mundo. Secretaria Técnica Nacional de Caucho Natural y su Industria. p.1-8

Shaner, G., Stromberg, E., Lacy K., Barker, R., Pirone, T.1992. Nomenclature and concepts of pathogenicity and virulence. Annu. Rev. Phytopathol. no. 30, p. 47-56.

Simmonds, N.1990. Breeding horizontal resistance to south American leaf blight of rubber. J. nat. Rubb. Res., 5(2), p.102-113

Torres, C.H. 1999. Manual para el cultivo del caucho en la Amazonia. Plan Nacional De Desarrollo Alternativo - Plante. Florencia. Universidad de la Amazonia. 1999, 276 p.

Zuleta, J.C. 2003. Visión Mundial y Nacional del cultivo de Caucho. FedECAUcho.

Ziebell, M.A.P. 2000. Los factores que afectan el desarrollo y la producción del caucho *Hevea* en el Caquetá y Putumayo (Zonas Húmedas). Informe final del área de fitopatología. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –Sinchi-. Santa Fé de Bogotá. 128 p.



Trabajo de campo Caquetá. Olga Rodríguez