

CAMBIO DE LA VIRULENCIA DE *Hemileia vastatrix* EN PROGENIES DE CATURRA X HÍBRIDO DE TIMOR

Gabriel Alvarado-Alvarado* ; Luis Germán Moreno-Ruiz**

RESUMEN

ALVARADO A., G.; MORENO R., L. G. Cambio de la virulencia de *Hemileia vastatrix* en progenies de Caturra x Híbrido de Timor. *Cenicafé* 56(2):110-126. 2005.

En esta investigación se determinó la presencia de nuevas razas de roya sobre plantaciones de variedad Colombia. Los muestreos se realizaron a partir de 1990, observándose aumentos de plantas sensibles, a nivel regional y nacional. Las plantas So de las introducciones CIFC#832-1, 832-2 y 1343 del (H.T.), no han sido afectadas por la roya, mientras que aquellas de la introducción CIFC#2252 sí lo están. Las plantas S1, S2, S3 y S4, obtenidas por autofecundación de las So, presentan segregación de los genes de resistencia y progresivamente, se ha detectado la presencia de roya sobre ellas. Todas las plantas F1 de Caturra X H.T. analizadas presentaron roya, pero no todas las F2. La dinámica de la roya sobre 350 progenitores elites de Caturra X H.T., de generaciones F5 y F6 seleccionados como candidatos para conformar variedades compuestas, muestra que en 1995 el 13,7% de los genotipos presentaban roya y en el 2005, la proporción afectada fue de 71,4%. Los resultados indican que la población del patógeno es muy compleja en factores de virulencia no solo de los genes v1, v2, v4 y v5, sino los complementarios a los derivados del H.T., de la serie v6, v7, v8, v9, y otros.

Palabras claves: Roya del café, variedad Colombia, genes de resistencia, introducciones, razas de roya, virulencia, incidencia de roya.

ABSTRACT

In this research the presence of new coffee leaf rust races in plantations of Colombia variety was determined. The samplings were carried out starting from 1990 and increases of sensitive plants were observed at regional and national level. In the So plants of the introductions CIFC#832-1, 832-2 and 1343 of Timor Hybrid (T.H.) have not been affected by the coffee leaf rust, while those of the introduction CIFC#2252 have. Plants S1, S2, S3 and S4, obtained by self-fecundation of the So, exhibit segregation of the resistance genes and coffee leaf rust presence has been progressively detected. All the plants F1 of Caturra X T.H. analyzed had coffee leaf rust unlike the F2. The dynamics of the coffee leaf rust on 350 progenitors elite's of Caturra X T.H. of generations F5 and F6 selected as candidates to conform compound varieties, show that in 1995 13.7% of the genotypes presented coffee leaf rust and in 2005 the affected proportion was 71.4%. The results indicate that the pathogen population is very complex in virulence factors not only of the genes v1, v2, v4 and v5, but also of the complementary ones to those derived from the T.H. of the series v6, v7, v8, v9, and others.

Keywords: Coffee leaf rust, Colombia variety, resistance genes, introductions, coffee leaf rust races, virulence, coffee leaf rust incidence.

* Investigador Científico II. Mejoramiento Genético y Biotecnología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Investigador Principal I, hasta el año 2001. Mejoramiento Genético y Biotecnología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La pérdida de la resistencia a la roya del café *Hemileia vastatrix* Berk. y Br., en materiales antes libres de la enfermedad se observó inicialmente en plantaciones de café en Java y en la India, a finales del siglo XIX y principios del XX. Eskes (9), hace referencia a lo ocurrido en Java en plantaciones de *Coffea liberica*, especie que fue introducida en 1875 a ese país y que en 1895 fue severamente atacada por la roya del café. En la India, la variedad de *Coffea arabica*, Old Chiks, fue reemplazada por la variedad Coorg desde 1870, y ésta a su vez por la variedad Kent en 1918, que también mostró susceptibilidad a la roya en 1932 (2).

Desde 1930, Mayne (14), postuló la existencia de interacciones entre razas del patógeno y variedades del hospedante como la más probable explicación al fenómeno. En sus trabajos detectó cuatro razas que interactuaban con las variedades de *C. arabica* Coorg, Kent, S.288 y S.353, éstas dos últimas procedentes de los cruces entre *C. liberica* y *C. arabica*.

El Centro de Investigaciones de las Royas del Café (CIFC) de Portugal, desde 1955 y en forma continua ha realizado estudios de la especialización fisiológica de *H. vastatrix* (2), a partir de los cuales se han establecido 40 grupos fisiológicos de café según su reacción a la roya; de éstos, solamente 18 son considerados como plantas diferenciales de los grupos fisiológicos. Así mismo, se han identificado 19 razas de *H. vastatrix* con capacidad para atacar derivados del Híbrido de Timor (H.T.) y al mismo tiempo a *C. arabica*, porque también poseen los genes v2, v4, v5 en diferentes combinaciones.

Los estudios de herencia de la resistencia realizados por los investigadores del CIFC, han demostrado que la hipótesis de Flor (11) se aplica al complejo *Coffea* spp – *H. vastatrix*, de modo que entre ellos ocurre interacción entre los genes de resistencia en

el hospedante con los genes responsables de la virulencia del patógeno (17). De esta forma se demostró la existencia de cuatro genes de resistencia en *C. arabica*, identificados como SH1, SH2, SH4 y SH5, presentes en especies de café semisilvestres de Etiopía y en variedades comerciales. En la India se ha detectado el gen SH3 en derivados del cruzamiento entre *C. arabica* x *C. liberica*, y el SH6, proveniente del Híbrido de Timor, población en la cual se sugiere la existencia de tres genes adicionales denominados SH7, SH8, y SH9, para explicar las interacciones entre plantas diferenciales derivadas del cruzamiento entre variedades comerciales de *C. arabica* con el Híbrido de Timor, responsables de los grupos fisiológicos 1, 2, 3, R y A, y algunas razas fisiológicas con virulencia específica (3, 17, 18).

Pese a la gran contribución del CIFC, una gama importante de genotipos de virulencia en materiales de ese origen está aún por dilucidarse.

MATERIALES Y MÉTODOS

Plantaciones comerciales. Para determinar la presencia de nuevas razas de roya sobre plantaciones comerciales de café de la variedad Colombia, se realizaron muestreos en los años 1990, 1994, 1996, 1999 a 2001 y 2005, en algunas fincas de agricultores en los departamentos de Antioquia, Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca, los cuales poseen las mayores áreas sembradas con esta variedad. La selección de las fincas y los lotes para el estudio fue aleatoria. En cada lote se seleccionaron 100 plantas al azar, realizando recorridos en X o Z, y procurando cubrir la mayor extensión posible. Las evaluaciones se hicieron transcurridos seis meses de la floración principal de cada zona en estudio.

En los muestreos de 1990, 1994 y 1996, se registró el número de plantas con

cualquier presencia de roya y se estableció el porcentaje de plantas susceptibles por lote. Las hojas recolectadas de las plantas que presentaban enfermedad en el campo se inocularon artificialmente con la raza II de genotipo v5, suministrada por la Disciplina de Fitopatología de Cenicafé.

Para la evaluación de la incidencia y severidad de roya en lotes comerciales al nivel nacional se hizo un muestreo entre 1999 y 2001, en 1.304 fincas ubicadas en 108 municipios de 11 departamentos productores que más aportan a la producción y que poseen los mayores índices de adopción de la variedad. Se empleó la escala ordinal de campo de Eskes – Braghini que mide la resistencia a la roya del café (0 a 9) considerando la planta como unidad de observación (8). Las evaluaciones se agruparon de acuerdo al criterio sugerido por Moreno y Alvarado (15), en el cual el grado “0” corresponde a los genotipos poseedores de resistencia completa, los grados “1 a 4” a aquellos con alta resistencia incompleta, los grados “5 a 6” se asocian a resistencia incompleta intermedia con algún efecto sobre la producción, y los grados “7 a 9” a genotipos con alta susceptibilidad, similar a la observada en variedad Caturra en períodos de alta epidemia.

Plantaciones experimentales. Dos veces al año, en los períodos más favorables al desarrollo de la enfermedad se evaluó la evolución de la roya del café sobre los materiales básicos que han participado en el programa de selección de progenies para la conformación de la variedad Colombia y otras variedades compuestas con resistencia al patógeno, registrando la presencia de la enfermedad sobre las plantas So de las introducciones del Híbrido de Timor CIFC # 832-1, 832-2, 1343 y 2252. En plantas S1, S2, S3 y S4 de autofecundación a partir de las mismas plantas So mencionadas, y sobre

algunas plantas F1, F2, F5 y F6 de Caturra x Híbrido de Timor de la introducción CIFC # 1343, que se han propagado clonalmente y que se conservan en el Banco de Germoplasma de Cenicafé, y que hacen parte del programa de selección de componentes para conformar variedades compuestas con resistencia a *H. vastatrix*. El registro se hizo sobre todas las plantas de los recursos genético señalados, de los cuales existen entre 3 y 5 plantas de propagación clonal de cada uno de estos genotipos. Su ubicación en el banco de germoplasma no obedece a la estructura de ningún diseño experimental en particular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la roya en lotes comerciales.

La roya del café fue detectada por primera vez en Colombia en la zona central cafetera, en septiembre de 1983. Previos muestreos de urediniosporas del hongo recolectadas en plantas de variedad Caturra afectadas por la enfermedad, pudo establecerse que se trataba de la raza II de genotipo v5 (13). A partir de 1985, ya se había registrado la presencia de la roya en 22 clones de café, la mayoría de ellos afectados posteriormente durante el período 1986 a 1987 y 1990, y que pertenecen a los grupos fisiológicos W (1, 4, 5), Y (2, 4, 5) y O (1, 2, 4, 5). De estas observaciones se hace evidente la existencia de razas capaces de vencer los genes SH1, SH2, SH4, y SH5 solos o en combinación hasta de cuatro genes (7). También se comprobó la existencia del genotipo de virulencia v2, v5, v6.

En 1995, se detectó la presencia del hongo en plantas del grupo fisiológico de resistencia R (SH6), que al ser inoculado sobre plantas de los grupos E (SH5) y R (SH6) confirmó que en ese aislamiento estaban presentes al menos los genes v5 y v6. La inoculación sobre diferenciales de los grupos 1, 2, 3,

A, R y E, ratificó que se trataba de la raza XXII de genotipo v5, v6 (12).

En contraste con las razas patogénicas capaces de vencer los genes SH1, SH2 y SH4, solos o combinación que se generan rápidamente a partir de focos iniciales de la raza II, los aislamientos patogénicos a genotipos derivados del Híbrido de Timor obtenidos por cruzamiento con variedades susceptibles, parecen ocurrir con lentitud (7); adicionalmente, su correcta identificación se dificulta notoriamente por la carencia de las respectivas plantas diferenciales para dichos genes o combinaciones de los mismos.

La experiencia adquirida con la liberación de la variedad Colombia, compuesto resistente a la roya del cafeto que ha sido sembrada continuamente desde 1982, muestra que la evolución de la roya sobre el germoplasma de ese origen es un proceso lento (15).

Desde el momento de su liberación en 1980, en la conformación de la variedad Colombia han participado más de 150 progenies F5 y F6 que fueron seleccionadas del cruce entre Caturra X Híbrido de Timor, y que son portadoras de numerosas combinaciones de genes de resistencia que provienen del Híbrido de Timor (5, 6, 15).

La observación frecuente de la evolución de la roya en lotes comerciales de variedad Colombia muestra que sus plantas han permanecido relativamente libres de la enfermedad. Sin embargo, los resultados de los muestreos realizados a partir de 1990 en fincas de caficultores para detectar plantas con presencia de roya indican que en algunas regiones particularmente aquellas pioneras en el proceso de adopción de la variedad, están ocurriendo cambios en la proporción de plantas susceptibles, indicativo de la generación de nuevas razas de *H. vastatrix*

compatibles con los derivados de Caturra x Híbrido de Timor (15).

Para conocer la evolución del patógeno en la variedad Colombia se realizaron muestreos en los años 1990, 1994, y 1996, en plantaciones comerciales en fincas de agricultores localizadas en siete departamentos productores del país que poseen las mayores áreas sembradas con la variedad. Los resultados más relevantes indican la ocurrencia de un aumento progresivo del número de plantas susceptibles, especialmente en plantaciones sembradas en Caldas, departamento pionero en la adopción de la variedad (Tabla 1).

A partir de las muestras de hojas recolectadas de las plantas con presencia de la enfermedad en las plantaciones dónde se condujo el respectivo muestreo, se hicieron inoculaciones con la raza II (v5) para establecer si eran plantas portadoras del genotipo SH5. Como resultado de la prueba se confirmó que se trataba de nuevas razas de roya, compatibles con algunos de los genotipos de resistencia existentes en la variedad Colombia (Tabla 2).

La formación de nuevas razas es un fenómeno natural e irreversible de los hongos fitopatógenos como *H. vastatrix* para sobrevivir, ya que poseen una gama de mecanismos de variabilidad que les permiten producir individuos genéticamente diferentes cuya descendencia origina nuevas razas (4).

Incidencia y severidad de la roya del cafeto en lotes comerciales al nivel nacional.

En la Tabla 3, se presenta la distribución de frecuencias de plantas con presencia de roya, de acuerdo con las categorías sugeridas por Moreno y Alvarado (15). Departamentos como Caldas, Quindío y Risaralda, pioneros en la

Tabla 1. Proporción de plantas susceptibles a la roya del cafeto en lotes comerciales de variedad Colombia, en tres muestreos.

| Departamento | 1990 | | | 1994 | | | 1996 | | |
|--------------|------------------|----------------------|----------------|------------------|----------------------|-----------------|------------------|----------------------|----------|
| | Número de fincas | Plantas con roya (%) | Rango | Número de fincas | Plantas con roya (%) | Rango | Número de fincas | Plantas con roya (%) | Rango |
| Antioquia | 6 | 0,25 | 0,0-1,0 | 5 | 0,1 | 0,0-0,3 | | | |
| Caldas | 6 | 2,56 | 2,0-4,9 | 5 | 20,6 | 1,6-66,0 | 30 | 17,94 | 0,6-76,7 |
| Cundinamarca | 5 | 0,52 | 0,0-2,3 | 4 | 0,1 | 0,0-0,6 | | | |
| Quindío | 5 | 0,44 | 0,1-0,7 | 6 | 2,7 | 0,6-10,1 | | | |
| Risaralda | 5 | 0,82 | 0,2-2,5 | 5 | 0,7 | 0,2-1,5 | | | |
| Tolima | 6 | 0,36 | 0,1-1,1 | 6 | 0,4 | 0,0-0,8 | | | |
| Valle | 5 | 0,26 | 0,0-0,5 | 5 | 1,7 | 0,0-7,3 | | | |
| Total | 38 | 0,75 | 0,0-4,9 | 36 | 3,76 | 0,0-66,0 | | | |

Fuente: Moreno y Alvarado (15)

Tabla 2. Proporción de plantas de variedad Colombia susceptibles a roya en el campo, que resultaron resistentes cuando se inocularon con la raza II (v5).

| Año del muestreo | Plantas inoculadas con la raza II (v5) | Plantas susceptibles | Plantas resistentes | % plantas resistentes a la raza II (v5) |
|------------------|--|----------------------|---------------------|---|
| 1990* | 55 | 54 | 1 | 2 |
| 1994* | 61 | 38 | 23 | 38 |
| 1996** | 60 | 23 | 37 | 62 |

Fuente Moreno y Alvarado (15).

*: realizado en 7 departamentos; **: en el departamento de Caldas.

Tabla 3. Distribución de frecuencias del porcentaje de plantas con presencia de *H. vastatrix* agrupadas en categorías según el nivel de resistencia a la enfermedad, por departamento.

| Departamento | No. Fincas | Grados de severidad de <i>H. vastatrix</i> | | | |
|--------------|--------------|--|-------------|------------|------------|
| | | 0 | 1 a 4 | 5 a 6 | 7 a 9 |
| Caldas | 207 | 60,9 | 31,7 | 5,0 | 2,4 |
| Quindío | 125 | 61,8 | 33,1 | 3,8 | 1,3 |
| Risaralda | 144 | 71,3 | 26,1 | 1,6 | 1,0 |
| Antioquia | 351 | 84,1 | 14,8 | 0,7 | 0,4 |
| N. Santander | 38 | 84,8 | 14,5 | 0,5 | 0,2 |
| Nariño | 24 | 92,1 | 7,0 | 0,8 | 0,1 |
| Tolima | 126 | 93,5 | 6,2 | 0,2 | 0,1 |
| Santander | 98 | 94,0 | 5,7 | 0,3 | 0,0 |
| Magdalena | 7 | 94,0 | 6,0 | 0,0 | 0,0 |
| Cauca | 75 | 95,6 | 3,9 | 0,4 | 0,1 |
| Cundinamarca | 109 | 96,4 | 3,6 | 0,0 | 0,0 |
| Total | 1.304 | 80,4 | 17,2 | 1,6 | 0,8 |

adopción de variedad Colombia presentan la mayor incidencia de enfermedad: 39,1; 38,2 y 28,7% (suma de las categorías 1 a 4, 5 a 6, y 7 a 9), respectivamente; sin embargo, una fracción muy importante de las plantas que presentan ataques de roya, entre 26 y 31%, expresan altos niveles de resistencia incompleta que las protege del ataque de la enfermedad.

El departamento de Antioquia, que posee la mayor extensión sembrada con variedad Colombia al nivel Nacional, con 49.988 hectáreas, presenta una incidencia de 15,9%, proporción inferior a la observada en otros departamentos pioneros en la adopción de la variedad. Allí, las plantas con presencia de roya, mostraron una reacción a la enfermedad similar a la observada en Caldas, Quindío y Risaralda, caracterizada por altos niveles de resistencia incompleta cuando la resistencia completa era vulnerada por razas complementarias del patógeno. Sin embargo, en Antioquia el 41,0% del área cultivada con la variedad se localiza sobre 1.600m de altitud y en condiciones de temperatura que desfavorecen el desarrollo de la enfermedad, circunstancia que contribuye a explicar el comportamiento del patógeno.

Los demás departamentos presentaron al momento de la evaluación niveles de incidencia de la enfermedad entre 3,6 y 15,2%, y tan solo entre 0,3 y 0,9% de plantas dentro del umbral de pérdida económica, que bajo ninguna consideración amerita aplicación de fungicidas.

De la evaluación pudo establecerse que la resistencia incompleta a la enfermedad se hace visible cuando la resistencia completa es vulnerada por la aparición de razas compatibles del patógeno, y que su efecto les permite producir normalmente sin requerir de protección adicional contra la enfermedad.

Un resultado notable es que la mayor fracción de las plantas con presencia de roya exhibe altos niveles de resistencia, como lo sugiere la frecuencia de plantas calificadas dentro del rango de 1 a 4 de la escala mencionada. Sólo un 2,4% de las plantas presentaron niveles de roya capaces de afectar la producción, frecuencia que corresponde con la esperada en segregantes del genotipo del Caturra (SH5), en derivados del cruzamiento entre Caturra x Híbrido de Timor.

En las Tablas 4 a 14 se presentan los resultados discriminados por departamento.

En el año 2005, se condujo un muestreo más restringido que el realizado durante 1999 a 2001, que se limitó a los municipios y las fincas con niveles más altos de la enfermedad, de acuerdo con los resultados del anterior y se realizó en los departamentos de Antioquia, Caldas, y Quindío, que posee una proporción de áreas sembradas con la variedad Colombia equivalente a 44,6% del total del país (10). En las Tablas 15 a la 17 se presentan los resultados por departamento.

Con relación al muestreo realizado durante 1999 al 2001, la incidencia de plantas con presencia de roya se pasó de 15,9 a 34,1% en Antioquia, de 39,1 a 71,7% en Caldas y de 38,2 a 55,7% en el Quindío; es decir, que en los últimos cuatro a cinco años se incrementó en un 73% en promedio en los tres departamentos la incidencia de plantas con roya. Sin embargo, es pertinente aclarar que el muestreo realizado en el 2005 fue muy restringido respecto al del período de 1999 al 2001, y se favoreció a los municipios que presentaron las mayores proporciones de plantas con cualquier presencia de roya en el muestreo anterior. En la Tabla 18 se presentan los resultados obtenidos por Municipio.

Tabla 4. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento de Antioquia ¹.

| Municipio | N° Lotes | % I.E ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|------------|--------------------|--------------------------|-------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Abejorral | 17 | 20,4 | 79,6 | 20,2 | 0,2 | 0,0 | 0 |
| Andes | 48 | 5,2 | 94,8 | 4,4 | 0,5 | 0,3 | 0 |
| Betania | 37 | 11,0 | 89,0 | 10,8 | 0,1 | 0,1 | 0 |
| Betulia | 28 | 6,6 | 93,4 | 6,2 | 0,3 | 0,1 | 0 |
| Bolivar | 58 | 12,6 | 87,4 | 12,5 | 0,1 | 0,0 | 0 |
| Concordia | 41 | 4,0 | 96,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Ebejico | 16 | 21,3 | 78,7 | 19,8 | 1,4 | 0,1 | 0 |
| Fredonia | 30 | 20,9 | 79,1 | 16,7 | 2,6 | 1,6 | 0 |
| Hispania | 2 | 2,5 | 97,5 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Salgar | 49 | 28,9 | 71,1 | 27,6 | 1,1 | 0,2 | 0 |
| Tâmesis | 25 | 44,8 | 55,2 | 39,9 | 2,9 | 2,0 | 0 |
| Total | 351 | 15,9 | 84,1 | 14,8 | 0,7 | 0,4 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9

² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 5. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento de Caldas ¹.

| Municipio | N° Lotes | % I.E ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|------------|--------------------|--------------------------|-------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Aguadas | 12 | 21,7 | 78,3 | 20,3 | 1,4 | 0,0 | 0 |
| Anserma | 27 | 34,0 | 66,0 | 22,6 | 5,9 | 5,5 | 0 |
| Belalcazar | 1 | 72,0 | 28,0 | 65,0 | 7,0 | 0,0 | 0 |
| Chinchiná | 38 | 57,7 | 42,3 | 43,3 | 10,3 | 4,1 | 0 |
| Filadelfia | 9 | 5,1 | 94,9 | 5,1 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Manizales | 34 | 42,0 | 58,0 | 34,3 | 4,9 | 2,8 | 0 |
| Neira | 9 | 58,3 | 41,7 | 51,0 | 4,2 | 3,1 | 0 |
| Pácora | 10 | 16,8 | 83,2 | 16,8 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Palestina | 35 | 38,5 | 61,5 | 34,6 | 2,7 | 1,2 | 0 |
| Pensilvania | 1 | 22,0 | 78,0 | 21,0 | 1,0 | 0,0 | 0 |
| Risaralda | 21 | 57,8 | 42,2 | 44,1 | 7,4 | 6,3 | 0 |
| San José | 10 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Total | 207 | 39,1 | 60,9 | 31,7 | 5,0 | 2,4 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9;

² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 6. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento de Cauca ¹.

| Municipio | N° Lotes | I.E % ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|-----------|--------------------|--------------------------|------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Bolívar | 8 | 0,7 | 99,3 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Corinto | 6 | 1,8 | 98,2 | 1,5 | 0,3 | 0,0 | 0 |
| Morales | 5 | 1,0 | 99,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Patía | 6 | 7,7 | 92,3 | 7,5 | 0,2 | 0,0 | 0 |
| Piendamó | 6 | 0,3 | 99,7 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Popayán | 6 | 1,3 | 98,7 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| S.Quilichao | 8 | 25,0 | 75,0 | 20,6 | 3,8 | 0,6 | 0 |
| Tambo | 12 | 3,3 | 96,7 | 3,3 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Timbío | 13 | 0,8 | 99,2 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Toribío | 6 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Total | 76 | 4,4 | 95,6 | 3,9 | 0,4 | 0,1 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 7. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento de Cundinamarca ¹.

| Municipio | N° Lotes | I.E % ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|------------|--------------------|--------------------------|------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Caparrapí | 9 | 10,7 | 89,3 | 10,0 | 0,3 | 0,4 | 0 |
| Changuaní | 7 | 0,4 | 99,6 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Guaduas | 9 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| La Palma | 8 | 5,7 | 94,3 | 5,5 | 0,2 | 0,0 | 0 |
| La Vega | 11 | 0,1 | 99,9 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| M. Colegio | 8 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Pacho | 6 | 7,3 | 92,7 | 7,2 | 0,0 | 0,1 | 0 |
| San Juan | 10 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Sasaima | 9 | 0,4 | 99,6 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Viota | 32 | 6,0 | 94,0 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Total | 109 | 3,6 | 96,4 | 3,6 | 0,0 | 0,0 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 8. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento de Magdalena ¹.

| Municipio | N° Lotes | I.E % ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|----------|--------------------|--------------------------|------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Ciénaga | 1 | 29,0 | 71,0 | 29,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| S. Marta | 6 | 2,2 | 97,8 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Total | 7 | 6,0 | 94,0 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 9. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento de Nariño ¹.

| Municipio | N° Lotes | I.E % ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|-----------|--------------------|--------------------------|------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Albán | 4 | 4,0 | 96,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| La Unión | 17 | 8,6 | 91,4 | 7,7 | 0,7 | 0,2 | 0 |
| S. Lorenzo | 3 | 9,0 | 91,0 | 7,0 | 2,0 | 0,0 | 0 |
| Total | 24 | 7,9 | 92,1 | 7,0 | 0,8 | 0,1 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 10. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento de Norte de Santander ¹.

| Municipio | N° Lotes | % I.E ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|-----------|--------------------|--------------------------|-------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Convención | 17 | 15,9 | 84,1 | 15,1 | 0,4 | 0,4 | 0 |
| Cucutilla | 5 | 17,0 | 83,0 | 16,8 | 0,2 | 0,0 | 0 |
| S. Calixto | 9 | 1,9 | 98,1 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Teorama | 7 | 29,1 | 70,9 | 27,7 | 1,4 | 0,0 | 0 |
| Total | 38 | 15,2 | 84,8 | 14,5 | 0,5 | 0,2 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 11. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento de Quindío ¹.

| Municipio | N° Lotes | % I.E ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|------------|--------------------|--------------------------|-------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Armenia | 17 | 38,1 | 61,9 | 34,9 | 2,3 | 0,9 | 0 |
| Calarcá | 21 | 71,2 | 28,8 | 63,3 | 7,5 | 0,4 | 0 |
| Circasia | 17 | 37,4 | 62,6 | 30,4 | 4,9 | 2,1 | 0 |
| La Tebaida | 11 | 18,2 | 81,8 | 16,9 | 1,3 | 0,0 | 0 |
| Montenegro | 24 | 37,3 | 62,7 | 29,4 | 4,8 | 3,1 | 0 |
| Quimbaya | 35 | 25,7 | 74,3 | 23,2 | 1,9 | 0,6 | 0 |
| Total | 125 | 38,2 | 61,8 | 33,1 | 3,8 | 1,2 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 12. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento de Risaralda ¹.

| Municipio | N° Lotes | % I.E ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|------------|--------------------|--------------------------|-------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Apía | 10 | 16,7 | 83,3 | 16,6 | 0,1 | 0,0 | 0 |
| Belén de U. | 11 | 7,9 | 92,1 | 7,8 | 0,1 | 0,0 | 0 |
| La Celia | 8 | 12,4 | 87,6 | 12,4 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Marsella | 29 | 34,2 | 65,8 | 32,5 | 1,6 | 0,1 | 0 |
| Pereira | 41 | 25,2 | 74,8 | 23,8 | 1,2 | 0,2 | 0 |
| Quinchía | 9 | 38,9 | 61,1 | 32,1 | 2,6 | 4,2 | 0 |
| S. Rosa | 24 | 38,5 | 61,5 | 37,6 | 0,9 | 0,0 | 0 |
| Santuario | 12 | 40,4 | 59,6 | 25,3 | 7,0 | 8,1 | 0 |
| Total | 144 | 28,7 | 71,3 | 26,1 | 1,6 | 1,0 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 13. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento de Santander ¹.

| Municipio | N° Lotes | % I.E ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|----------------|-----------|--------------------|--------------------------|------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Guadalupe | 11 | 23,8 | 76,2 | 22,3 | 1,4 | 0,1 | 0 |
| Oíba | 7 | 13,3 | 86,7 | 13,3 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Páramo | 2 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Piedecuesta | 3 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Rionegro | 12 | 1,0 | 99,0 | 0,9 | 0,1 | 0,0 | 0 |
| S. José Suaita | 8 | 0,2 | 99,8 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| S. Vicente | 28 | 3,7 | 96,3 | 3,3 | 0,3 | 0,1 | 0 |
| Socorro | 18 | 3,3 | 96,7 | 3,3 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Suaita | 9 | 6,7 | 93,3 | 6,7 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Total | 98 | 6,0 | 94,0 | 5,7 | 0,3 | 0,0 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 14. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación realizada entre 1999 y 2001. Departamento del Tolima ¹.

| Municipio | N° Lotes | % I.E ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|------------|--------------------|--------------------------|------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Ataco | 11 | 1,7 | 98,3 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Cajamarca | 2 | 3,5 | 96,5 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Chaparral | 17 | 6,2 | 93,8 | 6,2 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Fresno | 12 | 28,5 | 71,5 | 28,5 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Ibagué | 10 | 8,7 | 91,3 | 8,2 | 0,3 | 0,2 | 0 |
| Líbano | 35 | 0,3 | 99,7 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0 |
| Ortega | 4 | 5,5 | 94,5 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Planadas | 15 | 3,5 | 96,5 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Rovira | 12 | 13,3 | 86,7 | 11,3 | 1,6 | 0,4 | 0 |
| S. Antonio | 3 | 3,7 | 96,3 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Villahermosa | 5 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Total | 126 | 6,5 | 93,5 | 6,2 | 0,2 | 0,1 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 15. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación mayo de 2005. Departamento de Antioquia¹.

| Municipio | Nº Lotes | % I.E. ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Andes | 12 | 14,9 | 85,1 | 13,5 | 0,8 | 0,6 | 0 |
| C. Bolívar | 16 | 52,7 | 47,3 | 44,6 | 6,1 | 2,0 | 0 |
| Fredonia | 8 | 12,1 | 87,9 | 12,1 | 0,0 | 0,0 | 0 |
| Salgar | 12 | 42,8 | 57,2 | 42,3 | 0,5 | 0,0 | 0 |
| Total | 48 | 34,0 | 66,0 | 30,9 | 2,4 | 0,7 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 16. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación mayo de 2005. Departamento Caldas¹.

| Municipio | Nº Lotes | I.E. % ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Chinchiná | 5 | 70,8 | 29,2 | 69,2 | 1,6 | 0,0 | 0 |
| Palestina | 5 | 72,6 | 27,4 | 66,8 | 5,8 | 0,0 | 0 |
| Total | 10 | 71,7 | 28,3 | 68,0 | 3,7 | 0,0 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Tabla 17. Incidencia y severidad de *Hemileia vastatrix* en lotes comerciales de variedad Colombia, evaluación mayo de 2005. Departamento del Quindío¹.

| Municipio | Nº Lotes | % I.E. ² | % por grado de severidad | | | | Moda |
|--------------|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|------------|------------|----------|
| | | | 0 | 1 - 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | |
| Calarcá | 5 | 74,6 | 25,4 | 68,0 | 5,0 | 1,6 | 0 |
| Circasia | 4 | 49,7 | 50,3 | 42,5 | 4,5 | 2,7 | 0 |
| Montenegro | 6 | 77,0 | 23,0 | 72,7 | 3,7 | 0,6 | 0 |
| Quimbaya | 8 | 31,0 | 69,0 | 30,3 | 0,7 | 0,0 | 0 |
| Total | 23 | 55,7 | 44,3 | 51,7 | 3,1 | 1,0 | 0 |

¹ Mediante la escala de campo 0 - 9; ² Incidencia de la enfermedad.

Como consideración general, el aprovechamiento de la diversidad de genes de resistencia SH6, SH7, SH8, SH9, y de otros provenientes del H.T., logrado mediante la mezcla de progenies para conformar las variedades compuestas con resistencia a la roya ha sido exitoso al reducir la probabilidad de que las razas patogénicas se establezcan y posteriormente, se propaguen con rapidez en las plantaciones comerciales. No obstante, el fenómeno de la aparición de nuevas variantes

del patógeno compatibles con los derivados del H.T. es un proceso natural e irreversible. Adicionalmente, la comprobación acerca de la existencia de resistencia incompleta en la mayoría de las progenies que han participado de la composición de la variedad Colombia (1), contribuye a que los lotes comerciales sembrados con la variedad se hayan mantenido con niveles bajos de roya a pesar que el área sembrada con la misma sobrepase las 240.000 hectáreas.

Evolución de la roya en materiales experimentales.

Sobre plantas So y S1 de las introducciones existentes del Híbrido de Timor en la Colección Colombiana de Café. Los resultados para esta variable se presentan en la Tabla 19.

Las plantas So de las introducciones del Híbrido de Timor de la Colección Colombiana de Café mantienen su resistencia completa con excepción de las tres plantas de la

introducción CIFIC # 2252, que de acuerdo con Moreno (16), es la más homogénea de las tres inicialmente introducidas a Colombia.

Estos resultados indican que las combinaciones genotípicas responsables de la resistencia a la roya del café presentes en las plantas So de las introducciones CIFIC # 832-1, 832-2 y 1343, están aún vigentes, y que las razas compatibles con ellas aún no existen, lo que refuerza que la estrategia de mejoramiento basada en la obtención de variedades compuestas con resistencia a la

Tabla 18. Distribución de frecuencias por departamento del porcentaje de plantas con presencia de *H. vastatrix* agrupadas en categorías según el nivel de resistencia a la enfermedad.

| Departamento | Municipio | No. Fincas | 0 | 1 a 4 | 5 a 6 | 7 a 9 |
|----------------------|--------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Antioquia | Andes | 12 | 85,1 | 13,5 | 0,1 | 1,3 |
| | C. Bolívar | 16 | 47,3 | 44,6 | 6,1 | 1,0 |
| | Fredonia | 8 | 87,9 | 12,1 | 0,0 | 0,0 |
| | Salgar | 12 | 57,2 | 42,3 | 0,5 | 0,0 |
| | Total | 48 | 65,9 | 30,9 | 2,4 | 0,8 |
| Caldas | Chinchiná | 5 | 29,2 | 69,2 | 0,2 | 0,0 |
| | Palestina | 5 | 27,4 | 66,8 | 5,8 | 0,0 |
| | Total | 10 | 28,3 | 68,0 | 3,7 | 0,0 |
| Quindío | Calarcá | 5 | 25,4 | 68,0 | 5,0 | 1,6 |
| | Circasia | 4 | 50,3 | 42,5 | 4,5 | 2,7 |
| | Montenegro | 6 | 23,0 | 72,7 | 3,7 | 0,6 |
| | Quimbaya | 8 | 69,0 | 30,3 | 0,7 | 0,0 |
| | Total | 23 | 44,3 | 51,7 | 3,0 | 1,0 |
| Total General | | 81 | 55,1 | 41,4 | 2,7 | 0,8 |

Tabla 19. Presencia de *Hemileia vastatrix* en plantas So y S1 de las introducciones existentes del Híbrido de Timor en la Colección Colombiana de Café. Estación Central Naranjal (Chinchiná – Caldas).

| CIFIC | Generaciones | | | Presencia de <i>Hemileia vastatrix</i> | | | | | |
|--------------|--------------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | | | | 2003 | | | 2005 | | |
| | So | S1 | Total | So | S1 | Total | So | S1 | Total |
| 832-1 | 5 | 7 | 12 | 0 | 6 | 6 | 0 | 4 | 4 |
| 832-2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1343 | 10 | 50 | 60 | 0 | 5 | 5 | 0 | 18 | 18 |
| 2252 | 3 | 2 | 5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 1 | 4 |
| Total | 19 | 60 | 79 | 2 | 11 | 13 | 3 | 23 | 26 |

roya es adecuada y que el desarrollo de nuevas progenies debe realizarse a partir del cruzamiento con las plantas So que aún permanecen libres de roya. Esto permitirá reconstituir los genotipos de la población original del Híbrido de Timor.

El hecho de mantener vigente la resistencia completa en las plantas So mencionadas luego de veintidós años en presencia de poblaciones de roya con gran diversidad de combinaciones de virulencia en materiales de ese origen, refuerza la hipótesis acerca de la durabilidad de la resistencia existente en este recurso genético y de las posibilidades todavía existentes para seguir explotándolo.

Como resultado de la segregación de las plantas S1 se observa la presencia de roya en derivados de las introducciones CIFC # 832-1, 1343 y 2252, la cual se ha incrementado a través de tiempo (Tabla 19).

En plantas S2 de las introducciones del Híbrido de Timor. En el experimento MEG0106, sembrado en 1985, se evaluó la presencia de la roya del cafeto sobre la progenie de 28 plantas S1 y S2, derivadas de las tres introducciones (Tabla 20). Se observa que entre el año 2003 y el 2005, la presencia de roya pasó de 13 a 25 progenitores afectados, lo que equivale a un aumento importante de plantas infectadas. Esto como

resultado de la autofecundación, mediante la cual los genes responsables de la resistencia segregan favoreciendo la aparición de razas compatibles sobre ellas.

En plantas S3 y S4 de las introducciones del Híbrido de Timor. La Tabla 21 presenta la proporción de progenies con roya de un grupo de 23 progenitores S3 y S4 estudiados en el experimento MEG0151. Se observa que la proporción de plantas afectadas en el 2005 llegó a 100%. Este resultado es similar al obtenido en el experimento anterior como consecuencia de la segregación de los genes de resistencia por efecto de la endogamia, lo que favoreció la aparición de razas compatibles con los genotipos estudiados.

En plantas F1 y F2 derivadas de Caturra X Híbrido de Timor. La Tabla 22, presenta el resultado de la evaluación de presencia de roya en plantas F1 y F2 derivadas de cruzamiento de Caturra con el Híbrido de Timor.

Todas las plantas F1 del H.3001 presentan la enfermedad y esto permite prever que los materiales de generaciones tempranas y avanzadas que se desarrollen a partir de éstas, tendrían la probabilidad de ser vulneradas por combinaciones genotípicas compatibles de virulencia del patógeno capaces de quebrar la resistencia completa

Tabla 20. Presencia de *Hemileia vastatrix* sobre la progenie de plantas S1 y S2 proveniente de diferentes introducciones del Híbrido de Timor. Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas).

| CIFC # | Generaciones S1 y S2 | Presencia de <i>Hemileia vastatrix</i> | |
|--------------|----------------------|--|-----------|
| | | 2003 | 2005 |
| 832-1 | 8 | 4 | 8 |
| 832-2 | 1 | 0 | 1 |
| 1343 | 7 | 3 | 5 |
| 2252-2 | 12 | 6 | 11 |
| Total | 28 | 13 | 25 |

Tabla 21. Presencia de *Hemileia vastatrix* en plantas S3 y S4 del Híbrido de Timor de diferente introducción. Estación Central Naranjal (Chinchiná – Caldas).

| CIFC # | Generaciones | Presencia de <i>Hemileia vastatrix</i> | | |
|--------------|--------------|--|-----------|-----------|
| | S3 – S4 | 2000 | 2003 | 2005 |
| 832-1 | 6 | 5 | 5 | 6 |
| 832-2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1343 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2252 | 15 | 9 | 7 | 15 |
| Total | 23 | 15 | 13 | 23 |

Tabla 22. Presencia de *Hemileia vastatrix* en plantas F1 y F2 de (Caturra X Híbrido de Timor). Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas).

| C.C.C. | Generaciones | | | Presencia de <i>Hemileia vastatrix</i> | | | | | |
|--------------|--------------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | F1 | F2 | Total | 2003 | | | 2005 | | |
| | | | | F1 | F2 | Total | F1 | F2 | Total |
| H.3001 | | 20 | 29 | | 15 | 24 | | 17 | 26 |
| H.3089 | | 2 | 2 | | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| H.3091 | | 2 | 2 | | 1 | 1 | | 2 | 2 |
| H.3094 | 9 | 1 | 1 | 9 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| H.3096 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| H.3116 | | 1 | 1 | | 0 | 0 | | 1 | 1 |
| H.3117 | | 3 | 3 | | 3 | 3 | | 3 | 3 |
| Total | 9 | 30 | 39 | 9 | 21 | 30 | 9 | 25 | 34 |

que poseen. Sin embargo, no todas las plantas F2 derivadas de las F1 infectadas presentan la enfermedad, comportamiento explicable por efecto de la diversidad genética y de la resistencia incompleta de naturaleza dilatoria, que se expresa en estos genotipos cuando la resistencia completa es quebrada por la aparición de razas complementarias del patógeno, circunstancia que dificulta el establecimiento de nuevas razas y demora su dispersión en el campo.

Una proporción de 87% de los progenitores, presenta la enfermedad y solamente, los derivados del H.3094 conservan vigente la resistencia completa a la roya.

En progenitores F5 y F6 de Caturra X Híbrido de Timor seleccionados para conformar variedades compuestas. En el Banco de Germoplasma de Cenicafé, se propagan y conservan clonalmente 350 progenitores, seleccionados en numerosos experimentos desarrollados con la finalidad de caracterizar por atributos agronómicos y resistencia a la roya, posibles componentes de la variedad Colombia y de otros cultivares compuestos con resistencia completa e incompleta a *H. vastatrix*. Este Parque Clonal lo conforman selecciones F5 y F6 derivadas del cruzamiento entre Caturra X Híbrido de Timor, y desde abril de 1995 se viene registrando periódicamente la presencia de roya

sobre ellos. La Figura 1 ilustra la evolución de la enfermedad a través del tiempo sobre los genotipos de resistencia.

En la primera evaluación realizada en 1995 se estableció que 13,7% de los genotipos presentaba enfermedad. El máximo valor de genotipos infectados por la roya se presentó en febrero de 1999, afectando el 98,8% de los genotipos. En agosto de 2003, previa a la renovación vegetativa del lote, la proporción afectada fue del 93% de los clones conservados en la colección. En la actualidad, luego de la primera evaluación posterior a la renovación vegetativa, se estableció que sólo el 71,4% los genotipos de la colección están afectados por la roya. Estos resultados ratifican que la diversidad de razas de roya existentes en Colombia es numerosa y que gracias a la diversidad genética existente en las diferentes versiones que ha tenido la variedad Colombia que se ha distribuido a los caficultores, se ha conseguido un equilibrio estable entre la población del patógeno y la del hospedante, situación que impide que prevalezcan algunas razas de roya

en particular y la ocurrencia de epidemias destructivas sobre las plantaciones.

En términos generales se concluye que:

La evolución de la roya en Colombia desde el mismo año de su aparición en el país ha sido la esperada, y para enfrentarla exitosamente se diseñó la estrategia de diversidad genética, que luego de veintidós años ha demostrado su efectividad al retrasar la dispersión de las nuevas razas, que se generan posiblemente por el mecanismo de la mutación.

La diversidad de razas de la roya, particularmente sobre los derivados del Híbrido de Timor, no se ha podido cuantificar por carecer de las plantas diferenciales requeridas para tal fin. Sin embargo, la quiebra de la resistencia de genotipos antes poseedores de resistencia completa a la enfermedad, y la aparición cada vez más frecuente de roya en materiales experimentales de ese origen y sobre plantaciones comerciales sembrados con la variedad Colombia, refuerzan la

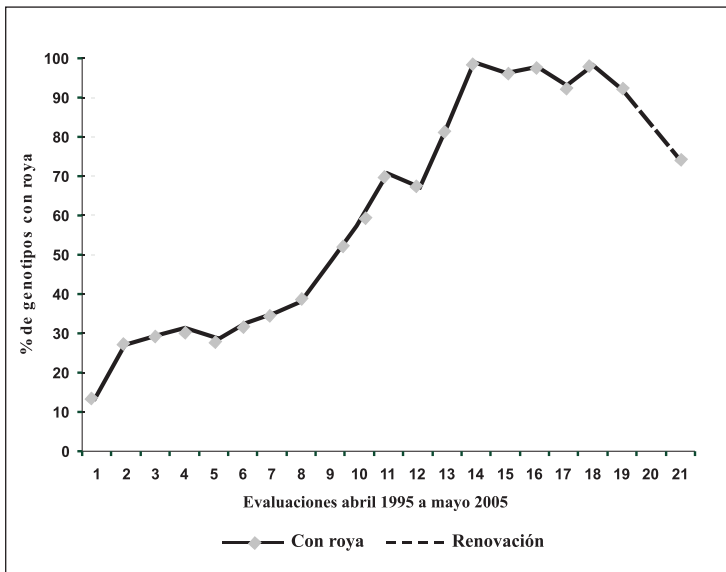


Figura 1. Evolución de *H. vastatrix* sobre los genotipos de Caturra X Híbrido de Timor localizados en el Parque Clonal de componentes de la variedad Colombia, localizados en la Estación Central Naranjal (Chinchiná – Caldas). Período de observaciones abril de 1995 a mayo del 2005.

hipótesis sobre la complejidad de la virulencia de las razas de *H. vastatrix* existentes en Colombia.

La existencia de resistencia incompleta de acción post-infectiva que se manifiesta en los derivados del Híbrido de Timor cuando ocurre el fenómeno de quiebra de la resistencia completa, evidencia que la previsión tomada fue la correcta y que su efecto aunado al uso de las dos resistencias bajo un esquema de diversidad genética es garantía contra lo desconocido, así se trate de la roya del café o de otras enfermedades diferentes a ella.

LITERATURA CITADA

1. ALVARADO A., G. Comportamiento de progenies de variedad Colombia en presencia de razas compatibles de roya del café. *Cenicafé* 55(1): 69-92. 2004.
2. BETTENCOURT, A. J. Melhoramento genético do cafeeiro. Transferencia de factores de resistencia a *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. para as principais cultivares de *Coffea arabica* L. Lisboa, Junta de Investigacoes Cientificas do Ultramar. Centro de Investigacao das Ferrugens do Cafeeiro, 1981. 93 p.
3. BETTENCOURT, A. J.; LOPES, J.; PALMA, S. Factores genéticos que condicionam a resistência às racas de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. dos clones-tipo dos grupos 1, 2 e 3 de derivados de Híbrido de Timor. *Brotéria Genética* 13(80): 185-194. 1992.
4. BURDON, J. J. Genetic variation in pathogen populations and its implications for adaptation to host resistance. In: Jacobs., Th.; Parlevliet., J.E. (Eds.). *Durability of disease resistance*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 41-56.
5. CASTILLO Z., L. J.; MORENO R., L. G. La Variedad Colombia: Selección de un cultivar compuesto resistente a la roya del café. *Manizales, Cenicafé*, 1987. 169 p.
6. CASTILLO Z., L. J. Breeding for rust resistance in Colombia. In: Kushalappa., A.C.; Eskes., A.B. (Eds.). *Coffee rust: epidemiology, resistance and management*. Boca Raton, CRC Press, 1989. p. 307-316.
7. CASTILLO Z., L. J.; LEGUIZAMÓN C., J. Virulencia de *Hemileia vastatrix* determinada por medio de plantas diferenciales de café en Colombia. *Cenicafé* 43(4): 114-124. 1992.
8. ESKES, A. B.; TOMA-BRAGHINI, M. Métodos de evaluación de la resistencia contra la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.). *Boletín Fitosanitario FAO* 29(3/4): 56-66. 1981.
9. ESKES, A. B. Resistance. In: Kushalappa., A.C.; Eskes., A.B. (Eds.). *Coffee rust: epidemiology, resistance and management*. Boca Raton, CRC Press, 1989. p. 171-293.
10. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - FNC. BOGOTÁ. COLOMBIA. Sistema de Información Cafetera. Encuesta Nacional Cafetera. Informe Final. Bogotá. FNC, 1997. 178 p.
11. FLOR, H. H. Host-parasite interaction in flax-rust; its genetics and other implications. *Phytopatology* 45(12): 680-685. 1955.
12. GIL V., L. F.; OCAMPO M., J. D. Identificación de la raza XXII (V5-6) de *Hemileia vastatrix* en Colombia. *Cenicafé* 49(4): 340-344. 1998.
13. LEGUIZAMÓN C., J.; BAEZAA., C.A.; FERNÁNDEZ B., O.; MORENO R., L. G.; CASTILLO Z., L. J. Identificación de la raza II de *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. en Colombia. *Cenicafé* 35(1): 26-28. 1984.
14. MAYNE, W. W. Physiological specialization of *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., *Nature* 129 (3257): 510. 1932.
15. MORENO R., L. G.; ALVARADO A., G. La Variedad Colombia: Veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del café. *Boletín Técnico Cenicafé* No. 22-1.32. 2000.
16. MORENO R., L. G. Etude du polymorphisme de l'Hybride de Timor en vue de l'amélioration du cafeeier arabica: variabilité enzymatique et agronomique dans les populations d'origine; résistance incomplète à *Hemileia vastatrix* dans les

- croisements avec *Coffea arabica*. Montpellier, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 1989. 153 p. (Tesis: Docteur – Ingénieur)
17. RODRIGUES Jr., C. J.; BETTENCOURT, A. J.; RIJO, L. Races of the pathogen and resistance to coffee rust. *Annual Review of Phytopathology* 13: 49-70. 1975.
18. VARZEA., V.; RODRIGUES Jr., C. J.; MARQUES, V. D.; SILVA., M. C. International survey of coffee leaf rust pathotypes. Evolution of virulence in *H. vastatrix* detected in resistance coffee varieties. In: Colloque International sur le Café, 20. Bangalore, October 11-15, 2004. Paris, ASIC, 2004. p. 107-108.