

COMPORTAMIENTO DE PROGENIES DE VARIEDAD COLOMBIA EN PRESENCIA DE RAZAS COMPATIBLES DE ROYA DEL CAFETO

Gabriel Alvarado - Alvarado*

RESUMEN

ALVARADO A., G. Comportamiento de progenies de variedad Colombia en presencia de razas compatibles de roya del cafeto. Cenicafé 55(1):69-92.2004.

En 100 progenies F5, F6 y F7 de Caturra X Híbrido de Timor, algunas componentes de la variedad Colombia y otras posibles componentes, que presentaron "quiebra de la resistencia completa", debido a la aparición de razas compatibles del patógeno, se observó el comportamiento agronómico y el nivel de resistencia incompleta a roya. Se compararon contra testigos seleccionados por resistencia incompleta y las variedades Caturra y Colombia. El agrupamiento fue estrictamente genealógico. La producción media de tres cosechas varió entre 3,2 y 5,7 kilogramos de café cereza/planta-año, con promedio de 4,43 y amplitud de 2,5. La variedad Colombia produjo un 22,3% más que Caturra en tres experimentos. Entre las progenies y Caturra fue de 20,8% menos en este último. La heredabilidad de la producción estimada en sentido amplio fue muy alta (73,0 a 84,4%). Las características de las semillas fueron similares a las de los testigos. La diferencia entre las variables de crecimiento entre progenies y testigos no son tan grandes que impidan su siembra en altas densidades y su heredabilidad varió entre 82,4 y 90,3%. Ante la roya, las progenies forman grupos homogéneos de resistencia entre sí, pero estadísticamente diferentes del testigo. La resistencia se considera como dilatoria, término que la describe adecuadamente, y ésta brinda protección sin requerir control químico. Se espera un comportamiento similar en lotes comerciales de variedad Colombia cuando ocurra quiebra de la resistencia completa.

Palabras claves: Variedad Colombia, quiebra de la resistencia, resistencia incompleta, *Hemileia vastatrix*, efecto en la producción.

ABSTRACT

One hundred F5, F6 and F7 progenies of Caturra x Timor Hybrid derived from hybrids H.3001, H.3004 and H.3005, components of cv Colombia, were evaluated. The average production of three crops varied between 3.2 and 5.7 of berry coffee/plant-year, with a rate of 4.43 and a range of 2.5 equivalent to 44.7% with respect to the highest value. The control produced: 5.0 those of incomplete resistance; 4.75 cv Colombia and 3.66 Caturra without chemical protection. The coffee leaf rust effect was 22.3% less in Caturra in three crops, and in all of the 100 progenies it decreased into 20.8%. Caturra decreased its production into 36.5%. the inheritance was very high (73.0% to 84.4%) with genetic variation dominance. There was no difference in the seeds characteristics. Regarding growth, there were no differences either and the inheritance values were high, between 82.4% and 90.3%, and the genetic variation predominated over the environmental variation. The rust progress showed that the progenies form homogeneous groups among themselves but they are statistically different from the susceptible control. There were differences among genotypes and the susceptible control. Caturra reached the highest values when starting the appraisals between february and march (30% to 50%), whereas the progenies did not even reach 5% during the outbreak. The incomplete resistance expression limited the disease advance.

Keywords: Coffee, cv Colombia, resistance break, incomplete resistance, *Hemileia vastatrix*, effect in the yield

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

A partir del año 1990 comenzaron a observarse aumentos súbitos en el número de plantas sensibles a la roya, en lotes experimentales sembrados con progenies de var. Caturra x Híbrido de Timor, localizados en la Estación Central Naranjal, y en siembras comerciales de variedad Colombia en fincas de caficultores.

Con el propósito de conocer la evolución de la enfermedad y la probable generación de nuevas razas del patógeno compatibles con los derivados de Caturra x Híbrido de Timor, se ejecutaron cuatro muestreos en lotes comerciales sembrados con la variedad Colombia en los años 1990, 1994, 1996 y 1999 a 2001. Los muestreos se realizaron en fincas ubicadas en los departamentos cafeteros que poseen las mayores áreas sembradas con la variedad. Los resultados indicaron que estaba ocurriendo un incremento progresivo de plantas sensibles a la enfermedad sobre genotipos de ese origen (19).

Para corroborar que se trataba de nuevas razas del patógeno se seleccionaron algunos lotes en el departamento de Caldas, pionero en la renovación con var. Colombia, y en ellos se tomaron muestras de hojas de las plantas con síntomas de la enfermedad y en éstas, se inoculó artificialmente la raza II (v5v5). Las pruebas confirmaron que los incrementos en la frecuencia de plantas susceptibles se debían a la aparición de razas compatibles con algunos de los genotipos que la conforman (19).

El fenómeno de la generación de razas es un proceso natural e irreversible, asociado a la evolución normal de algunos hongos fitopatógenos para poder sobrevivir. Este tipo de hongos cuenta con una gama de mecanismos de variabilidad que les permiten generar individuos genéticamente diferentes cuya descendencia origina nuevas razas patogénicas (12). Aunque en el caso de *Hemileia vastatrix* no se conoce la vía por la cual se forman las

nuevas razas, se cree que mutaciones espontáneas y sucesivas dentro de la población del patógeno sea la más probable. Se postula que por ese mecanismo se generan descendientes mutantes portadores de nuevas combinaciones de virulencia que convierten en susceptibles a hospedantes antes resistentes; lo anterior se conoce como “quiebra de la resistencia”.

En el banco de germoplasma de Cenicafé se conservan cerca de 400 progenitores elites de generaciones F5 y F6 del cruzamiento de Caturra x Híbrido de Timor, escogidos por atributos agronómicos y la resistencia a la roya. Los mismos, hacen parte del programa de selección de constituyentes de la var. Colombia. Ésta, es un compuesto formado por la mezcla de los mejores materiales de ese origen que se generan del proceso continuado y permanente de mejoramiento el cual ha permitido aprovechar los beneficios de la diversidad genética, y como resultado, prolongar la durabilidad de la resistencia a roya (15, 2). Esta estrategia de mejoramiento, combina el empleo de la resistencia de los tipos completa e incompleta, y gracias a su característica de dinámica permite modificar periódicamente su composición, actualizándola en sus atributos agronómicos y en la resistencia a la roya (2).

Desde su liberación en 1980, muchos de los progenitores evaluados en estos experimentos han participado en su composición genética, y con su semilla se han sembrado importantes áreas cafeteras de los departamentos productores.

En el banco de germoplasma se monitorea la presencia de roya sobre estos materiales al menos dos veces al año. Resultado de las mismas, se sabe que desde 1995 una proporción cada vez mayor de las plantas allí localizadas ha experimentado el fenómeno de “quiebra de la resistencia específica”, debido a la aparición de razas compatibles del patógeno. Una situa-

ción análoga se espera que ocurra en fincas de los caficultores en lotes comerciales sembrados con la variedad.

En este trabajo, se presentan los resultados de la evaluación del comportamiento agronómico y de la resistencia incompleta, en presencia de razas de roya compatibles con la progenie de 100 progenitores elites de Caturra x Híbrido de Timor, de generaciones F5, F6, y F7 algunas de ellas han sido parte de la composición genética de la variedad y otras se han preseleccionado como posibles componentes de la misma, y cuya semilla se ha distribuido ampliamente entre los caficultores del país.

También, tiene el propósito de anticipar lo que podría suceder en lotes comerciales sembrados en fincas de caficultores cuando ocurra el fenómeno de “quiebra de la resistencia específica”, y se haga visible la expresión de resistencia incompleta existente en una alta proporción de estas progenies. Es lógico suponer que la diversidad existente y la acción conjunta de la resistencia completa e incompleta, brinden la protección frente a la roya sin requerir de ningún tipo de control químico de la enfermedad (19).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. Los experimentos se sembraron en la Estación Central Naranjal de Cenicafé, a una altitud de 1.400m, con temperatura media de 21,6°C y un promedio de precipitación de 2.655mm al año distribuidos en 239 días. El brillo solar en promedio de 1.750 horas/año y humedad relativa del 78%. La clasificación ecológica corresponde a bosque húmedo tropical y se localiza en el Ecotopo 206A.

Materiales estudiados. En tres experimentos MEG0245, 0246 y 0247 se estudiaron 100 progenies de generaciones avanzadas F5, F6 y F7

derivadas del cruzamiento entre Caturra x Híbrido de Timor procedentes de los híbridos H. 3001 (80 progenies), H.3004 (8 progenies) y H.3005 (12 progenies) (Tabla 1). En cada experimento se incluyeron testigos de resistencia incompleta (BI.74, FK.105 y FK.139), var. Colombia (resistencia completa) y var. Caturra (susceptible).

Diseño experimental. Se sembraron en experimentos en Látice con dos repeticiones. La parcela de 10 plantas efectivas representó la unidad experimental. Los tratamientos se sembraron a un metro entre plantas y dos entre surcos, en una densidad de 5.000 plantas/ha.

Manejo de campo. La fertilización, el manejo de las arvenses y demás prácticas de cultivo se realizaron de acuerdo con las recomendaciones técnicas desarrolladas en Cenicafé. No se aplicó ningún tipo de fungicida contra la roya del cafeto.

Variables de respuesta:

Producción. A cada parcela se le midió el peso total de los frutos maduros cosechados y se expresó en kilogramos de café cereza/año. Durante cada año en que se registró la producción se realizaron aproximadamente 18 pases de recolección. La producción se midió durante tres cosechas principales en el período julio/1999 a junio/2002.

Efecto de la roya en la producción. Se comparó la producción media registrada en la variedad Caturra (testigo susceptible), con respecto a la de variedad Colombia (testigo con resistencia completa), a los testigos de resistencia incompleta, y a la media de las progenies. Se expresó en porcentaje.

Resistencia a la roya. Para estimar la resistencia a la enfermedad, en el campo se hicieron dos tipos de observaciones. La primera, en

Tabla 1. Cruzamientos utilizados para evaluación agronómica y de resistencia durable a *Hemileia vastatrix*, agrupados por el progenitor F3.

Híbrido	Cruzamiento	F3	#F5	#F6	#F7	Total	
H.3001	Cat x H de T	A.041		2		2	
		A.137		1		1	
		A.151			2		2
		A.170	1	9	1	11	
		A.192	3	19		22	
		A.203	1	1		2	
		A.219	4	4	3	11	
		A.221	1			1	
		A.222		3		3	
		A.240	5	9		14	
		A.241		1		1	
		A.293	1	1		2	
		A.321		2		2	
		A.322		1		1	
		A.403	1			1	
		A.404		3		3	
H.3004		B.1160	1			1	
		AW.2724	1			1	
		AW.2842	2			2	
		B.1047	2			2	
H.3005		B.1308	2			2	
		B.0997	1			1	
		B.1027	1			1	
		B.1030	6			6	
		B.1171	1			1	
		B.1239	1			1	
		B.1322	1			1	
		B.1330	1			1	
B.1340	1			1			
TOTAL			38	58	4	100	

H.3001: CA-cv1 X H.T. #1343 - I.574-cv2.

H.3004: CA-L.572 X H.T. #1343 Mezcla de polen.

H.3005: CR-L.426 X H.T. #1343 Mezcla de polen.

CA: Caturra amarillo CR: Caturra rojo H.T.: Híbrido de Timor.

años de alta epidemia, a cada planta de la unidad experimental se le demarcaron ocho pares de ramas de la región productiva de la cosecha actual, y en ellas se registró el progreso de la roya y la defoliación mediante evaluaciones mensuales. En cada evaluación se contabilizó el número de nudos, las hojas presentes y las hojas con roya. A partir de esos registros se calculó la proporción de

defoliación y la incidencia de la enfermedad de acuerdo con los métodos desarrollados en Cenicafé (4, 8, 14).

También se usó la escala ordinal de Eskes –Braghini (18), la cual considera la planta como unidad de lectura y con un intervalo de 0 a 9 “mide” la incidencia y severidad de la enfermedad. Se calificó cada planta dos veces por año,

sesenta días antes de cada cosecha. Se adoptó como criterio de agrupación: 0 (resistencia completa), 1 a 4 (alta resistencia incompleta, sin efecto en la producción), 5 a 6 (nivel intermedio de resistencia incompleta, con detrimento gradual en la producción), y 7 a 9 (susceptibilidad similar a la de las variedades Caturra, Típica y Borbón, asociada con pérdidas económicas en la producción).

Variables relacionadas con el crecimiento vegetativo. A los 24 meses de edad de las plantas se les midió altura, diámetro y número de cruces (pares de ramas).

Defectos del grano. Se determinó la proporción de granos vanos y caracoles, para lo cual se realizaron tres muestreos en dos cosechas principales a cada una de las plantas que conforman la unidad experimental. Los vanos, se evaluaron en muestras de 100 frutos por planta anotando la proporción de granos que flota al ser sumergidos en agua. Los caracoles, se midieron en muestras de 400 semillas por planta observándolos directamente.

Tamaño del grano. Se midió como porcentaje de café supremo. Se prepararon muestras de 100 gramos por planta de café verde o almendra y se calculó la proporción retenida en una zaranda de orificios circulares de 17/64 pulgadas de diámetro.

Análisis estadístico. Se realizó análisis de varianza para la producción, altura, diámetro, número de cruces por genotipo e incidencia de roya registrada durante el progreso de la enfermedad en seis lecturas. Se usó la prueba de Dunnett ($p=0,95$) para comparar la producción de las progenies contra el testigo Colombia, y para las variables relacionadas con el crecimiento vegetativo e incidencia de roya contra la variedad Caturra.

A partir de los análisis de varianza de las variables producción, altura, diámetro y número

de cruces por genotipo, se hizo la partición de la misma en sus componentes, se estimó la contribución de cada uno a la variación y se calculó la heredabilidad en sentido amplio (H^2), como la relación entre la varianza entre genotipos (V^2g) y la varianza fenotípica (V^2f), de acuerdo con Allard (1) y Ceballos (16).

La estimación del efecto de la roya en la reducción de la producción se obtuvo comparando la producción media del testigo var. Caturra sin control de roya frente a la registrada en var. Colombia, en los testigos de resistencia incompleta, y respecto a la media de las progenies (7). Se expresó como porcentaje de pérdida. Para las variables relacionadas con defectos (vano y caracol), y atributos como tamaño del grano se estimó el promedio y los valores máximos y mínimos por genotipo.

Con los totales de las 16 ramas demarcadas que caracterizan cada árbol, en los cuales se estimó la incidencia y defoliación, los genotipos de cada experimento se agruparon por su genealogía, y se repartió la variación total (árboles) en genotipos y árboles en genotipos; genotipos en grupos y progenies en grupos y estos últimos en progenies de cada grupo genealógico. Mediante prueba de "F" se estableció la homogeneidad de los grupos de tratamientos a través de la epidemia y se observó si las progenies que conforman cada grupo difieren en incidencia (4, 8, 9, 14).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción. En la Tabla 2 se presenta la distribución de la producción media de las progenies por experimento. En el Anexo 1, se muestra la producción de cada progenie con los valores máximos, mínimos, medios, desviación estándar y coeficiente de variación. También se incluye la producción relativa en porcentaje de cada progenie respecto de los testigos Colombia y Caturra. La producción media de los tres expe-

Tabla 2. Distribución de frecuencias de la producción media de progenies F5 y F6 de Caturra x Híbrido de Timor sembradas en tres experimentos. Producción registrada entre Julio/1999 y Junio/2002 (kilogramos de café cereza/planta-año).

Intervalo de clase	Frecuencia/Experimento			Total	%
	MEG0245	MEG0246	MEG0247		
3,01 a 3,50	2	0	6	8	8
3,51 a 4,00	14	3	8	25	25
4,01 a 4,50	7	6	8	21	21
4,51 a 5,00	12	11	5	28	28
5,01 a 5,50	0	11	2	13	13
5,51 a 6,00	1	3	1	5	5
TOTAL	36	34	30	100	100
Media	4,26	4,86	4,11	4,43	
Intervalo	3,5 a 5,6	3,8 a 5,7	3,2 a 5,6	3,2 a 5,7	
Var.Caturra	3,62	3,70	3,65	3,66	
Var.Colombia	4,92	4,55	4,78	4,75	
Test Res Incompl	4,83	4,58	5,58	5,00	
D' (Dunnnett 0,05)	1,78	1,45	1,75		
C.V (%)	24,60	24,50	24,10		

rimentos fue de 4,43kg de café cereza/planta-año (kg.cc/pl-año), con un intervalo entre 3,2 y 5,7. Los testigos produjeron así: 3,66kg Caturra, 4,75kg Colombia y 5,00kg las selecciones de resistencia incompleta a roya. La amplitud (diferencia entre los valores extremos) fue de 43,9% con relación al mayor valor registrado.

Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas entre genotipos en todos los casos. La comparación con var. Colombia, mostró que las progenies se comportan similarmente a ella, en tanto que la var. Caturra, debido al efecto de la roya sobre su potencial productivo fue estadísticamente inferior a la misma y a los testigos de resistencia incompleta.

En el experimento MEG0245, los genotipos produjeron entre 3,5 a 5,6kg cc/pl-año, con amplitud de 2,1, que equivale a 46,1% del genotipo más productivo del experimento. Los testigos mostraron los siguientes valores de la producción: 3,62kg Caturra, 4,92kg var. Colombia, y 4,83kg las selecciones de resistencia incompleta a roya. El promedio de las proge-

nies fue de 4.26kg y el coeficiente de variación del experimento de 24,6%. El valor de Dunnnett (0,05) fue de 1,78.

En el experimento MEG0246, el rango fue de 3,8 a 5,7, con amplitud de 1,9, equivalente al 37,4% del mejor genotipo, y el valor de referencia para comparación con el testigo fue de 1,45kg. El promedio de las progenies fue de 4,86kg y el de los testigos: 3,70kg Caturra, 4,55kg var. Colombia y 4,86kg los de resistencia incompleta. El coeficiente de variación fue de 24,5%.

El experimento MEG0247 varió entre 3,2 y 5,6kg, que corresponde a una amplitud de 2,4kg cc/pl-año o 46,1% respecto del genotipo más productivo. Los testigos obtuvieron las siguientes producciones: 3,65kg Caturra, 4,78kg var. Colombia y 5,58kg las selecciones de resistencia incompleta. El coeficiente de variación fue de 24,1% y la magnitud del valor de Dunnnett de 1,75kg cc/pl-año.

Con la información conjunta de las progenies en los tres experimentos se realizó una

agrupación arbitraria de la producción, de acuerdo con su comportamiento con relación al testigo variedad Colombia en tres niveles así: Superior (110% o más), similar (90 y 110%) e inferior (90% o menos), resultando que el 53% de las progenies se clasificó como similar o superior a var. Colombia, en tanto que el 47% fue inferior a la misma de acuerdo con el criterio expuesto. No obstante lo anterior, la comparación de medias de progenies con relación a variedad Colombia en cada uno de los tres experimentos, permitió establecer la similitud estadística de éstas con relación al testigo de referencia.

Este comportamiento muy notable de los genotipos confirma el éxito de la selección previa hecha por Castillo y Moreno (15), y el efecto conjunto de la diversidad genética y los tipos de resistencia completa e incompleta, que brinda protección efectiva contra la enfermedad. Los derivados de Caturra x Híbrido de Timor, de la introducción CIFC # 1343, examinados en este trabajo poseen un excelente potencial productivo por el cual fueron previamente seleccionados por Castillo y Moreno (15), confirmando lo observado por investigadores de otros países en derivados del Híbrido de Timor de la introducción CIFC # 832 (10, 11, 17, 22, 23) y en Colombia (3, 5, 8, 9, 13, 14), en derivados del mismo origen.

La agrupación de las progenies y los testigos mostró que se comportan similarmente, como se aprecia en la Tabla 3. La comparación de los grupos contra el testigo Colombia, como porcentaje de producción relativa, indicó que las progenies derivadas del H.3001 produjeron respecto del mismo 91,8%, las del H.3004 el 93,5% y las del H.3005 el 91,2%. Estas diferencias se explican por las ganancias en producción cercanas a 10% que se han logrado por selección en los componentes de variedad Colombia que se usó como testigo en estos experimentos, con respecto a las primeras versiones de la misma de la cual hicieron parte la mayoría de progenies acerca de las cuales se discutió en este trabajo, y no al efecto detrimental de la roya en la producción.

Estimación de pérdidas atribuibles a la roya del café. En la Tabla 4 se presenta la estimación de pérdidas en producción atribuibles al efecto de la roya.

La comparación entre Caturra y Colombia estimó pérdidas en el acumulado de tres cosechas de 22,9%, con un rango entre 18,7 y 26,4%. Este resultado es análogo al encontrado por Rivillas *et al.*, (20), como resultado de numerosos ensayos realizados en diferentes localidades de la zona cafetera colombiana dónde establecieron que las pérdidas ocasio-

Tabla 3. Comportamiento de la producción media de las progenies agrupadas por el híbrido del cual proceden. Expresada en kilogramos de café cereza/planta-año (kg cc/pl-año).

Híbrido	Experimento							
	MEG0245		MEG0246		MEG0247		# Prog	Prod
	# Prog	Prod	# Prog	Prod	# Prog	Prod		
H.3001	27	4,24	26	4,76	27	4,11	80	4,36
H.3004	3	4,53	3	4,40	2	4,35	8	4,44
H.3005	6	4,15	5	4,68	1	3,60	12	4,33
Caturra	2	3,62	2	3,70	2	3,65	6	3,66
Colombia	2	4,22	2	4,55	2	4,78	6	4,75
T.R.I	3	4,83	3	4,58	3	5,58	9	5,00
Dunnett	(0,05)	1,78	1,45	1,75				

Tabla 4. Pérdidas en producción (%) de la var. Caturra respecto de los genotipos poseedores de resistencia a la roya, promedio de tres cosechas (Julio/1999 a junio/2002).

COMPARACIÓN	Porcentaje de pérdida en producción			
	MEG0245	MEG0246	MEG0247	TOTAL
Caturra vs Colombia	26,4	18,7	23,6	22,9
Caturra vs T.R.I	25,1	19,2	34,6	26,8
Caturra vs Progenies	15,0	23,9	11,2	17,4

T.R.I. = Testigos de resistencia incompleta.

nadas por la enfermedad alcanzan hasta el 23% de la producción acumulada de cuatro cosechas, y por Alvarado *et al.* (5, 7), en experimentos de evaluación de progenies conducidos en la Estación Central Naranjal en períodos de cuatro cosechas.

El contraste entre var. Caturra y las selecciones de resistencia incompleta permitió medir pérdidas en la producción del testigo susceptible de 26,8%, con intervalo entre 19,2 y 34,6% en el acumulado de tres cosechas. Resultado similar encontró Alvarado *et al.* (5, 6). El comportamiento de las progenies con respecto a Caturra fue el esperado; su producción en promedio superó en 17,4% al testigo, con rango entre 11,2 y 23,9%, similar al registrado por Alvarado *et al.*, (5), en materiales del mismo origen.

Resistencia a la roya del café.

Se estimó a través de dos tipos de observaciones de campo, la primera, siguiendo el progreso de la roya y la defoliación en la región productiva de la cosecha actual, en años con condiciones que favorecen la ocurrencia de epidemia severa (4). Se determinaron cuando en el testigo var. Caturra transcurridos sesenta días de la floración principal el nivel de infección fue superior a 10%, y por tanto, requiere de medidas de control químico para evitar pérdidas económicas por la enfermedad (21). El segundo tipo de evaluación se realizó utilizando la escala ordinal de incidencia y seve-

ridad de Eskes – Braghini (18), en los períodos de mayor nivel de infección, que normalmente ocurren entre los meses de marzo y abril en el primer semestre, y entre julio y agosto en el segundo.

Progreso de la roya y la defoliación. En la Tabla 5, se observa que al iniciar las evaluaciones en febrero la enfermedad había afectado severamente al testigo Caturra, con rango entre experimentos de 29,3 a 48,6%. Es obvio que en Caturra la epidemia se inició meses atrás, probablemente entre septiembre y octubre. Al momento de comenzar los registros del progreso de la enfermedad la epidemia se aproximaba al nivel máximo el cual se alcanzó en marzo, para luego continuar la fase decreciente acompañada por una fuerte defoliación que en junio superaba al 95% en la mayoría de las plantas de las parcelas sembradas con variedad Caturra.

En contraste, los genotipos derivados de los híbridos H.3001, H.3004 y H.3005, en la misma fecha variaron su nivel de infección entre 0,1 y 0,5%, es decir, que se encontraban en la fase de primeros síntomas de la enfermedad. Los testigos de resistencia incompleta tuvieron un rango entre 0,2 y 0,8%, entre experimentos, mostrando un comportamiento análogo al de los genotipos estudiados. La variedad Colombia, varió entre 0,0 y 0,3% en febrero.

Durante el período de las observaciones entre febrero y julio se pudo observar en la

Tabla 5. Progreso de la roya y la defoliación en genotipos derivados de los híbridos H.3001, H.3004, y H.3005 de (Caturra x Híbrido de Timor), medidos en la región productiva de las plantas durante el período febrero a julio/2002, en tres experimentos. Cenicafé, Estación Central Naranjal.

Expto	Híbrido	#	% de incidencia de roya						% de defoliación					
			F	M	A	M	J	JL	F	M	A	M	J	JL
0245	H.3001	27	0,5	0,6	0,5	0,8	1,1	2,8	12,4	20,9	37,5	63,3	75,1	83,8
	H.3004	4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	16,1	21,4	33,8	57,2	72,3	82,4
	H.3005	6	0,1	0,1	0,1	0,2	1,4	0,4	18,7	25,3	37,3	56,8	70,1	79,7
	T.R.I	2	0,8	1,8	0,5	1,2	1,2	0,0	16,4	22,5	35,2	57,2	73,0	84,6
	Col	1	0,0	0,1	0,0	0,1	1,3	1,2	12,5	16,8	25,4	42,0	52,8	62,6
	Cat	2	29,3	31,9	24,3	23,5	14,2	20,1	15,9	26,9	46,9	72,5	86,4	93,1
0246	H.3001	27	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	14,9	26,3	43,3	73,7	84,5	90,7
	H.3004	3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	16,3	23,2	31,7	49,5	62,0	71,2
	H.3005	5	0,3	0,3	0,1	0,5	0,0	0,9	15,1	23,8	34,8	58,2	72,3	81,4
	T.R.I	2	0,3	0,5	0,1	0,5	0,2	0,0	14,8	23,2	34,9	61,9	77,4	87,1
	Col	2	0,3	0,2	0,1	0,5	0,2	0,9	11,9	19,2	30,1	56,1	71,0	82,6
	Cat	3	48,6	49,9	17,9	27,5	59,0	20,6	20,9	43,6	62,8	85,9	94,3	97,8
0247	H.3001	28	1,1	1,1	0,5	0,8	1,2	1,8	25,3	34,5	48,7	71,3	82,5	90,3
	H.3004	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	29,5	44,1	66,3	80,1	88,4
	H.3005	2	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,0	24,9	32,9	46,8	63,3	73,3	80,7
	T.R.I	2	2,7	1,4	0,2	0,5	0,2	0,0	39,1	47,6	57,5	73,6	85,5	92,3
	Col	1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	31,8	40,1	50,4	69,5	82,5	91,8
	Cat	2	46,2	42,6	34,5	18,2	14,7	20,2	36,9	56,2	76,1	89,2	95,1	97,7

mayoría de los genotipos que la enfermedad se desarrolló con notable retraso, y con niveles de incidencia muy bajos (0,1 a 2,8%), lo que permitió a los frutos alcanzar su máximo desarrollo con un gran porcentaje de sus hojas sanas acompañando el llenado de los mismos. Solamente cinco de las 100 progenies evaluadas alcanzaron incidencia máxima de 27,7%, valor que es notablemente inferior al registrado sobre las parcelas del testigo Caturra.

Los análisis de varianza detectaron diferencias significativas entre tratamientos en algunas de las fechas de observación atribuibles a los mayores porcentajes de roya sobre los testigos susceptibles, y sobre un número reducido de genotipos estudiados con reacción intermedia.

Las progenies en su mayoría conformaron grupos de similitud entre ellos pero estadísticamente diferentes de Caturra, caracterizados por muy bajos niveles de infección.

En dos experimentos, en el MEG0245 dos progenies conformaron un grupo diferente del resto de progenies y del testigo, y en el MEG0247, tres progenies mostraron una respuesta similar. Estas cinco progenies con un comportamiento intermedio al observado en la mayoría de los genotipos, testigos de resistencia incompleta, variedad Colombia y el testigo susceptible, a pesar de ser estadísticamente diferentes a Caturra, y del resto de progenies, se calificaron como susceptibles.

Si bien el porcentaje de hojas afectadas por la roya constituye un índice adecuado del desarrollo del patógeno en la planta, la defoliación es un efecto de ese desarrollo. Es clara la relación entre esas dos variables, cuando la incidencia de la enfermedad alcanza su máximo en los genotipos susceptibles afectando cerca del 50% de las hojas, la epidemia se estabiliza quizás mientras incrementa su severidad, para luego declinar, coincidiendo con la caída de las hojas.

La defoliación registrada en la variedad Colombia, con mínima afeción de roya, fue inferior en al menos 20% de la registrada en Caturra y, obviamente, debe atribuirse a la edad de la hoja, a la cosecha y a otras causas diferentes de la enfermedad. Las progenies resistentes y los testigos de resistencia incompleta tuvieron un patrón de defoliación creciente, similar al de variedad Colombia pero de menor magnitud que el de Caturra. En general, la defoliación se incrementa, pero en los genotipos poseedores de resistencia postinfectiva este incremento es tardío y se asocia con la senescencia de la hoja y la defoliación propiciada por la recolección de la cosecha, fenómenos que normalmente ocurren después de julio cuando se inicia la recolección de los primeros frutos maduros.

La resistencia incompleta, de naturaleza postinfectiva se hace visible cuando la resistencia completa es vencida por la aparición de razas patogénicas complementarias, y al parecer opera en una gran proporción de estas progenies. Se manifiesta como dos atributos: Dilación en el inicio de la enfermedad hasta de cuatro o cinco meses, que con frecuencia no permite el avance de la etapa de primeros síntomas o del inicio del crecimiento exponencial durante el período de formación de los frutos, y por una baja tasa de progreso de la enfermedad. Este doble efecto benéfico sugerido por Castillo *et al.* (14) y Alvarado *et al.* (4, 8, 9, 14), permite a los materiales resistentes mantener los frutos en desarrollo de la cosecha actual y, simultáneamente, emitir abundante nuevo crecimiento vegetativo donde se formarán las futuras cosechas.

En las parcelas de var. Caturra la defoliación se inicia tempranamente por efecto de la enfermedad y afecta el llenado de los frutos, limitando el crecimiento vegetativo necesario para próximas cosechas. Es frecuente observar “paloteos” drásticos en las plantas de Caturra en los períodos favorables al desarrollo de la enfermedad.

En el Anexo 2, se presentan los valores del progreso de la enfermedad en la región productiva actual de las progenies y su discriminación en resistentes y susceptibles. Esta calificación se basa en los resultados de los análisis estadísticos y epidemiológicos, y se apoya en la experiencia del mejorador y su conocimiento del comportamiento de los materiales en el campo (8, 9).

Calificación de incidencia y severidad de la roya mediante el uso de la escala de Eskes – Braghini. Las calificaciones se agruparon en clases según indiquen ausencia de enfermedad “0”, presencia de la misma sin efecto en la producción de “1 a 4”, pérdida parcial “5 y 6”, y pérdida económica similar a la de testigos susceptibles como Típica, Borbón y Caturra en períodos de epidemia severa, “7 a 9”.

En la Tabla 6, se muestran los datos históricos de 8 lecturas hechas durante el experimento y se expresan en porcentaje por clase. Los resultados muestran que en los genotipos del H.3001, entre 5,4 y 17,3% de las calificaciones correspondieron a la clase “0”, con promedio de 10,8% de plantas que no fueron afectadas por la roya, a pesar de la existencia de inóculo compatible con las mismas. Una proporción entre 93,7 y 96,7%, ocurrió entre los grados “0 y 4”, sin efecto en la producción. En el H.3004, la clase “0” varió entre 7,5 y 51,2%, con media de 32,4%. Entre 99,4 y 100% de las evaluaciones se registraron en las clases “0” y “1 a 4”, sin efecto en la producción.

En los derivados del H.3005, el rango de la clase “0” varió entre 13,2 y 48,8%, con promedio de 26,8%. Una proporción entre 99,6 y 100% de las calificaciones ocurrieron en los grados “0 a 4” en los cuales no ocurre pérdida económica.

Los testigos de resistencia incompleta variaron entre 12,2 y 35,9% en la frecuencia

Tabla 6. Porcentaje de calificaciones por clase (0, 1 a 4, 5 y 6, 7 a 9) de la escala de incidencia y severidad de roya de Eskes – Braghini. Histórico de 8 lecturas entre marzo/1999 y julio/2002. Estación Central Naranjal.

Experimento	Híbrido	# Progenies	0	1 a 4	5 y 6	7 a 9
MEG0245	H.3001	27	5.4	88.3	6.3	0.0
	H.3004	3	7.5	92.3	0.2	0.0
	H.3005	6	18.4	80.9	0.0	0.0
	T.R.I	3	12.2	87.2	0.6	0.0
	Colombia	1	18.1	76.3	5.6	0.0
	Caturra	2	0.0	62.8	29.0	8.2
MEG0246	H.3001	26	9.9	86.0	3.6	0.5
	H.3004	3	38.4	61.0	0.6	0.0
	H.3005	5	13.2	86.4	0.4	0.0
	T.R.I	3	27.3	72.3	0.4	0.0
	Colombia	2	24.7	71.9	3.2	0.2
	Caturra	3	0.0	54.6	36.5	8.9
MEG0247	H.3001	27	17.3	79.4	3.3	0.0
	H.3004	1	51.2	48.8	0.0	0.0
	H.3005	2	48.8	51.0	0.2	0.0
	T.R.I	3	35.9	63.3	0.8	0.0
	Colombia	1	46.3	53.7	0.0	0.0
	Caturra	2	0.0	78.5	20.0	1.5

T.R.I = Testigos de resistencia incompleta.

de plantas calificadas sin presencia de enfermedad, con media de 25,1% en grado “0”. En los grados “0 a 4” en los cuales no hay pérdida económica, ocurrieron entre 99,2 y 99,6% de las evaluaciones.

En variedad Colombia el rango de la clase “0” varió entre 18,1 y 46,1%, con media de 29,6%. Entre 94,5 y 100% de las evaluaciones ocurrieron en las clases en que no hay pérdida económica en la producción.

En el testigo var. Caturra, durante el experimento no se registraron plantas sin presencia de roya. Una proporción entre 54,6 y 78,5% de las evaluaciones no correspondieron con las clases de pérdida económica, situación explicable debido a que no en todos los años de evaluación existieron condiciones favorables al desarrollo de la epidemia de roya, lo que erróneamente conduce a pensar que no es una enfermedad que reduzca la producción.

Sin embargo, una proporción entre 21,5 y 45,4% de las evaluaciones se asocian con calificaciones de umbral de pérdida económica, lo que se corrobora al observar que el testigo Caturra redujo su potencial productivo por efecto de roya en 22,4% respecto del resto de genotipos (Progenies, testigos de resistencia incompleta y variedad Colombia) (Tabla 4).

Estos resultados confirman lo ya observado al seguir el progreso de la enfermedad (14), en el sentido que la resistencia postinfectiva se “hace visible” cuando la resistencia completa es vulnerada, y actúa en combinación con la completa aún vigente contra nuevas razas no compatibles con muchos de los genotipos estudiados, lo que se traduce en un notable efecto sobre las poblaciones de roya, limitando drásticamente el establecimiento y el posterior incremento y dispersión de las nuevas razas. Ese efecto dilata la iniciación de la epidemia, y además reduce la tasa a la cual

progresa la enfermedad en los genotipos en estudio (14).

En el Anexo 2, se observa que más del 90% de las progenies exhibieron altos niveles de resistencia postinfectiva, que retrasa en magnitud importante el inicio de las epidemias y reduce la tasa de incremento de las mismas. La expresión de resistencia de los genotipos se ve notablemente favorecida por la vigencia de la resistencia completa (específica) contra el inóculo incompatible existente en otras progenies evaluadas, pese a ser sensibles a su propio inóculo. Este mecanismo limita la dispersión de las diferentes razas al reducir el inóculo inicial por pérdida de las urediniosporas al depositarse sobre un hospedante incompatible. Resultados similares han sido publicados por Castillo *et al.* y Alvarado *et al.*, (4, 14), al evaluar el comportamiento agronómico y la resistencia incompleta en genotipos del mismo origen.

Un comportamiento análogo se espera que tengan los lotes comerciales sembrados con variedad Colombia, una vez se manifieste el fenómeno de quiebra de la resistencia del tipo específica. En la zona cafetera es de esperar una lenta dispersión del inóculo entre plantas, entre lotes de una misma finca, entre fincas de una misma región, y entre regiones.

El muestreo concluido en el 2001, tendiente a establecer la frecuencia de plantas con presencia de roya en lotes comerciales sembrados con variedad Colombia (19), mostró que sólo los Departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, pioneros en la adopción de variedad Colombia, y con condiciones favorables al desarrollo de la enfermedad, la incidencia de la misma se ha incrementado hasta el 40% de las plantas, luego de veinte años en presencia de la roya en el país. El Departamento de Antioquía sólo presenta el 15% de incidencia, pese a ser el de mayor área sembrada con la variedad, sin embargo una pro-

porción cercana al 40% de las siembras se ubica sobre los 1.600msnm. Los demás departamentos analizados exhiben niveles de presencia de roya en menos del 7% de las plantas

Variabes relacionadas con el crecimiento vegetativo de las plantas. La Tabla 7 contiene la información sobre los promedios, rangos y proporción relativa frente al testigo Caturra de las variables altura, diámetro y número de cruces (pares de ramas) registrados a los 24 meses de edad de siembra en campo, por experimento.

Los resultados muestran que la relación entre la altura y el diámetro de las plantas fue de 0,93 para las progenies, 0,98 para los testigos de resistencia incompleta, 0,98 en la variedad Colombia y 1,0 en Caturra. La variación relativa respecto al Caturra, testigo de homogeneidad, en promedio de los tres experimentos fue de 105,6% para altura, y 114,0% para diámetro de la planta para el conjunto de las progenies; 109,6% y 111,7% en los testigos de resistencia incompleta, y 113,0% y 114,9% en variedad Colombia. El número de cruces relativo a Caturra fue de 104,5% en las progenies, 97,9% en los testigos de resistencia incompleta y 103,5% en variedad Colombia.

El 57% de las progenies presentó altura de la planta entre 90 y 110% respecto de Caturra, en tanto que 43% fue superior al 110% del mismo testigo. El 43% de las progenies mostró un diámetro de planta entre 90 y 110% de Caturra, y el 57% fue superior al 110% de la misma. El 61% de las 100 progenies evaluadas mostró un número de cruces entre 90 y 110% respecto de Caturra, mientras que el 39% fue superior al 110%.

El resumen de los valores presentados en la Tabla 7, sugiere que las pequeñas diferencias entre progenies y testigos no son de magnitud importante y que, por tanto, el mane-

jo de estos genotipos en plantaciones en altas densidades de siembra (5.000 y 10.000 plantas/ha), no ofrecen ningún obstáculo agronómico, ni interfieren con las labores rutinarias del cultivo.

La correlación entre la altura y diámetro de las plantas con la producción mostró valores de 0,53 y 0,51, respectivamente, lo que indica que en una proporción importante la productividad se relaciona directamente con estas dos variables de crecimiento vegetativo.

Defectos del grano. En las Tablas 8 y 9 se presentan las distribuciones de frecuencia de grano vano y caracol, de la progenie de 100 progenitores de Caturra X Híbrido de Timor, sembradas en tres experimentos. Los resultados muestran que el porcentaje de grano vano en el 87% de las progenies fue inferior a 8%. Los testigos variaron entre 3,0 y 5,8% en Caturra,

5,6 a 8,1% en Colombia, y 4,8 a 6,8% en los de resistencia incompleta. El 28% de las mismas presentó un porcentaje menor a 5%.

El grano caracol fluctuó entre 8,2 y 16,1%. Una proporción de 84% de las mismas superó el nivel del 10% del defecto, de común aceptación en materiales de este origen.

En los tres experimentos el testigo Caturra varió entre 10,1 y 12,8%. Los testigos de resistencia incompleta entre 10,9 y 11,5%, y variedad Colombia entre 10,6 y 10,9%. Estos valores son similares al promedio de las progenies en los tres experimentos.

Los registros observados de vano y caracol en estos genotipos corresponden con los reportados por Castillo y Moreno (15), durante el proceso de selección de los primeros ma-

Tabla 7. Altura y diámetro de planta medido en metros, y número de cruces/planta a los 24 meses de edad de siembra. Incluye promedio del experimento y de la variedad Caturra, rango y número de genotipos entre las clases <90%, 90 a 110%, y mayor de 110% respecto del testigo Caturra. Estación Central Naranjal.

Altura (mts) Experimento	Media	Rango	Media Caturra	90 a 110%	> 110%
MEG0245	146,3	127,3 - 164,8	139,2	26	10
MEG0246	157,1	128,5 - 167,5	138,0	18	16
MEG0247	156,6	138,0 - 174,3	140,5	13	17
Diámetro (mts)	Media	Rango	Media Caturra	90 a 110%	> 110%
MEG0245	157,2	131,8 - 175,8	157,2	12	24
MEG0246	157,1	138,8 - 178,0	157,1	24	10
MEG0247	165,3	141,3 - 192,0	165,3	7	23
Número de cruces # pares rama/planta	Media	Rango	Media Caturra	90 a 110%	> 110%
> 110%					
MEG0245	30,0	24,6 - 33,7	28,7	2	25 9
MEG0246	29,4	23,5 - 30,9	27,7	1	16 17
MEG0247	30,7	27,4 - 35,3	29,4	0	20 10

Tabla 8. Distribución de frecuencias del porcentaje de grano vano en progenies de (C x H.T) que han hecho parte de la composición de variedad Colombia.

Clase (%)	Experimentos			Total	%
	MEG0245	MEG0246	MEG0247		
< 5,0	18	10	0	28	28
5,0 - 8,0	14	24	21	59	59
>8,0	4	0	9	13	13
Total	36	34	30	100	100
Media	5,4	5,3	7,4	6,0	
Intervalo	2,4 - 16,1	2,8 - 7,6	5,4 - 11,7	2,4 - 16,1	
T.R.I	4,8	5,1	6,8	5,6	
Colombia	6,3	5,6	8,1	6,7	
Caturra	3,0	3,4	5,8	4,1	

Tabla 9. Distribución de frecuencias del porcentaje de grano caracol en progenies de (C x H.T) que han hecho parte de la composición de variedad Colombia.

Clase (%)	Experimentos			Total	%
	MEG0245	MEG0246	MEG0247		
< 8,0	0	0	1	1	1
8.0 - 10.0	7	6	2	15	15
>10.0	29	28	27	84	84
Total	36	34	30	100	100
Media	8,2	11,9	11,9	10,9	
Intervalo	8,2 - 17,4	8,3 - 16,6	8,8 - 15,3	8,2 - 17,4	
T.R.I.	10,9	11,2	11,5	11,2	
Colombia	10,9	10,7	10,6	11,7	
Caturra	10,1	10,6	12,8	11,2	

teriales componentes de variedad Colombia, muchos de los cuales están representados por las progenies aquí estudiadas.

Tamaño del grano. En la Tabla 10, se presenta la distribución de frecuencias del porcentaje de café supremo como medida del tamaño del grano en progenies que han participado en la composición de variedad Colombia. Se observa que 66% de las progenies fue inferior a 68% de café supremo. El 35% fue menor de 55% de supremo, y el 34% mayor de 68% de tamaño del grano. Estos resultados confirman los valores registrados previamente sobre estos genotipos durante el proceso de la selección (15). Los testigos variaron entre 42,1 y 52,8% en Caturra, 63,9 y 72,4% en Colombia, y 64,3 y 69,2% en los de resistencia incompleta. Los intervalos

en todos los experimentos fueron bastante amplios, lo que indica variación importante por este atributo en los materiales estudiados.

Heredabilidad. La Tabla 11 contiene los valores de la heredabilidad en sentido amplio y los componentes de la variación estimados para el conjunto de 100 progenies en tres experimentos, para las variables producción, altura y diámetro de planta, y número de cruces.

Los estimados de heredabilidad fluctuaron entre 73,0 y 84,4% de la variación existente atribuible al origen genético de los tratamientos. Este resultado asegura en esa proporción la expresión del potencial productivo en la progenie de los materiales aquí evaluados y la posibilidad de conducir selección exitosa entre

ellas por este atributo. Estos valores de heredabilidad se consideran altos ya que se trata de un carácter cuantitativo de herencia compleja.

La heredabilidad de las tres variables asociadas con el crecimiento vegetativo en todos los casos registraron valores muy altos de mucha utilidad para la selección. El rango por variable fue de siguiente magnitud: 82,4 a 90,7% para altura, 83,3 a 89,4% para el diámetro y 89,1 a

90,3% para el número de cruces (pares de ramas). Estos valores significan gran predominio de la variación genética necesaria para conducir selección exitosa por estos atributos. También indican que la naturaleza de estos caracteres es posiblemente de herencia simple.

En general, la evaluación en presencia de razas compatibles de *Hemileia vastatrix*, de la progenie de 100 progenitores de Caturra X Híbrido de Timor que han participado en la

Tabla 9. Distribución de frecuencias del porcentaje de café supremo en progenies de (C x H.T) que han hecho parte de la composición de variedad Colombia.

Clase (%)	Experimentos			Total	%
	MEG0245	MEG0246	MEG0247		
< 55,0	18	4	10	32	32
55,0 - 68,0	5	14	15	34	34
>68,0	13	16	5	34	34
Total	36	34	30	100	100
Media	60,0	66,5	58,1	61,6	
Intervalo	29,8 - 85,7	51,4 - 84,8	40,1 - 75,9	29,8 - 85,7	
T.R.I	68,1	69,2	64,3	67,2	
Colombia	63,9	72,4	65,4	67,2	
Caturra	45,9	52,8	42,1	46,9	

Tabla 11. Valores relacionados con heredabilidad y componentes de la variación de la producción y de las variables de crecimiento de la planta (altura, diámetro y número de cruces) en progenies de (C. x H.T.) que han participado en la composición de variedad Colombia.

Experimento	Variable	V_p	s^2_p	H^2	s^2_a
MEG0245	Producción	0,24	0,17	73,0	1.278,00
	Altura	41,77	34,94	82,4	136,58
	Diámetro	76,67	63,91	83,3	255,16
	# Cruces	2,77	2,48	89,5	5,81
MEG0246	Producción	0,26	0,19	73,5	1.382,00
	Altura	72,63	65,85	90,7	135,55
	Diámetro	119,08	106,47	89,4	252,15
	# Cruces	3,40	3,07	90,3	6,58
MEG0247	Producción	0,333	0,281	84,4	1.042,00
	Altura	65,77	59,21	90,0	131,11
	Diámetro	95,93	83,10	56,6	256,67
	# Cruces	2,39	2,13	89,1	5,24

V_p = Varianza de la media de progenies
 s^2_p = Componentes de la variación medida a progenies
 H^2 = Heredabilidad en sentido amplio = $s^2_p/V_p \times 100$
 s^2_a = Componente de la variación debida a árboles

composición de variedad Colombia ha puesto en evidencia la existencia de un fondo de resistencia incompleta a la enfermedad que se manifiesta en la gran mayoría de los genotipos de ese origen evaluados en numerosos experimentos. Su expresión les permite atenuar el efecto nocivo que la roya ejerce sobre la producción y otras características de las plantas.

Este mecanismo ha sido sustentado en publicaciones anteriores resultado de investigaciones hechas en Cenicafé (4, 8, 9, 14, 19), y se basa en la acción combinada de dilación en el inicio de las epidemias de roya, y reducido progreso de la enfermedad.

La relación entre intensidad de enfermedad, defoliación consecuente y efecto detrimental en la calidad y cantidad de la producción que se ha observado en genotipos susceptibles como la variedad Caturra, confirma el extraordinario efecto de esta resistencia remanente. La defoliación propiciada por la roya en genotipos susceptibles, ocasiona que el llenado de los frutos esté soportado por ramas gravemente defoliadas como se observó en las parcelas sembradas con Caturra en estos experimentos.

El efecto conjunto de la resistencia incompleta, con la resistencia completa de las progenies vigente aún a otras razas no compatibles, y su disposición en arreglos en el campo que permiten los beneficios de la diversidad genética, estabilizan las complejas combinaciones de virulencia en las razas del patógeno, impidiendo el predominio de algunas razas en particular. Este equilibrio estable entre razas de la población del patógeno en función de la composición de la población del hospedante, divide por el número de combinaciones compatibles del mismo la cantidad de inóculo inicial disponible de cada una de ellas, desfavoreciendo notablemente la ocurrencia de epidemias.

La aparición de razas de roya compatibles con los componentes de variedad Colombia es un proceso natural, inevitable e irreversible, ligado a la normal evolución de los patógenos. Estaba prevista y para contrarrestarla, en la concepción de la variedad se consideró el uso de la resistencia completa e incompleta y la diversidad genética como estrategia. Esta última es garantía contra lo desconocido así se trate de nuevas razas de roya o de patógenos diferentes a ella.

El efecto insignificante de la roya sobre los genotipos antes poseedores de resistencia completa como los analizados en estos experimentos confirma que la resistencia incompleta permanece oculta por los genes que condicionan la resistencia completa, pero se hace visible cuando ocurre la quiebra de este último tipo de resistencia, y es prueba que la previsión tomada está siendo efectiva para contrarrestar la enfermedad.

La experiencia adquirida, luego de veinte años de cultivo de la variedad Colombia en presencia de la roya, indica que el desarrollo de variedades con el esquema de diversidad genética tiene un futuro promisorio al no requerir de ningún tipo de control químico contra la enfermedad para atenuar el efecto de las epidemias y producir normalmente en presencia de ella. Este comportamiento es el que se espera que ocurra en lotes comerciales sembrados con la variedad, en fincas de caficultores, aún en el caso extremo de la pérdida de la resistencia completa existente en la totalidad de las plantas.

LITERATURA CITADA

1. ALLARD., R.W. Principios de la mejora genética de las plantas. Barcelona, Ediciones Omega, S.A., 1978. 498 p.
2. ALVARADO A., G. Mejoramiento de las características agronómicas de la variedad Colombia mediante

la variación de su composición. Avances Técnicos Cenicafé No. 304: 1-8. 2002.

3. ALVARADO A., G. Nivel de productividad en progenies F5 de Caturra x Híbrido de Timor. Chinchiná, Cenicafé, 1989. 23 p.
4. ALVARADO A., G.; CASTILLO Z., L.J. Progreso de la roya del cafeto sobre genotipos resistentes y susceptibles a *Hemileia vastatrix*. Cenicafé 47(1): 42-52. 1996.
5. ALVARADO A., G.; CORTINA G., H.A. Caracteres agronómicos y resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix* de progenies de Caturra x Híbrido de Timor. Cenicafé 53(1): 7-24. 2002.
6. ALVARADO A., G.; CORTINA G., H.A. Comportamiento agronómico de progenies de híbridos triploides de *C. arabica* var. Caturra x (Caturra x *C. canephora*). Cenicafé 48(2): 73-91. 1997.
7. ALVARADO A., G.; CORTINA G., H.A.; MORENO R., L.G. Efecto depresivo de *Hemileia vastatrix* en la producción de genotipos de café con diferentes niveles de resistencia incompleta derivada del Híbrido de Timor. Cenicafé 51(3): 224-237. 2000.
8. ALVARADO A., G.; SOLÓRZANO B., L. Caracterización de la resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix* Berk y Br. en genotipos de café en condiciones de la región central. I. Progreso de la roya y la defoliación. Fitotecnica Colombiana 3(1): 36-45. 2003.
9. ALVARADO A., G.; SOLÓRZANO B., L. Caracterización de la resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix* Berk y Br. en genotipos de café en condiciones de la región central. II. Estimación de parámetros epidemiológicos. Fitotecnica Colombiana 3(1): 46-56. 2003.
10. BERTRAND, B.; AGUILAR, G.; SANTACREO, R.; ANZUETO, F. El mejoramiento genético en América Central. In: Bertrand, B.; Rapidel, B. Eds. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, IICA-PROMECAFÉ-CIRAD-IRC-CCCR, 1999. p. 407-456.
11. BETTENCOURT, A.J. Características agronomicas de selecoes derivadas de cruzamientos entre Híbrido de Timor e as variedad Caturra, Villa Sarchi e Catuai. In: Simposio sobre Ferrugens do Caffeeiro. Oeiras, octubre 17-20, 1983. Trabalhos. Oeiras, Centro de Investigacoes das Ferrugens do Caffeeiro, 1984. p. 353-373.
12. BURDON, J.J. Genetic variation in pathogen populations and its implications for adaptation to host resistance. In: Jacobs, T.; Parlevliet, J.E. Eds. Durability of disease resistance. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 41-56.
13. 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.
14. CASTILLO Z., L.J.; ALVARADO A., G. Resistencia incompleta de genotipos de café a la roya bajo condiciones de la región central de Colombia. Cenicafé 48(1): 40-58. 1997.
15. CASTILLO Z., L.J.; MORENO R., L.G. La variedad Colombia: Selección de un cultivar compuesto resistente a la roya del cafeto. Chinchiná, Cenicafé, 1987. 169 p.
16. CEBALLOS, H. Genética cuantitativa. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 2000. 215 p.
17. ECHEVERRI, J.H.; FERNÁNDEZ, C.E. The Promecafé Program for America. In: Kushalappa, A.C.; Eskes, A.B. Eds. Coffee rust: epidemiology, resistance and management. Boca Raton, CRC Press, 1989. p. 323-331.
18. ESKES, A.B.; TOMA-BRAGHINI, M. Métodos de evaluación de la resistencia contra la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.). Boletín Fitosanitario FAO 29(3-4):56-66. 1981.
19. MORENO R., L.G.; ALVARADO A., G. La variedad Colombia: Veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del cafeto. Boletín Técnico Cenicafé No. 22:1-32. 2000.
20. RIVILLAS O., C.A.; LEGUIZAMÓN C., J.E.; GIL V., L.F. Recomendaciones para el manejo de la roya del cafeto en Colombia. Boletín Técnico Cenicafé No. 19:1-36. 1999.
21. SIERRA S., C.A.; MONTROYA R., E.C. Control de la roya del cafeto con base en niveles de infección. Avances Técnicos Cenicafé No. 195: 1-4. 1993.

22. SREENIVASAN, M.S. Breeding coffee for leaf rust resistance in India. *In*: Kushalappa, A.C.; Eskes, A.B. Eds. Coffee rust: epidemiology, resistance and management. Boca Raton, CRC Press, 1989. p. 316-323.
23. VANDERVOSSSEN, H.A.M.; WALYARO, D.J. The coffee breeding program in Kenya: Review of progress made since 1971 and plan of action for the coming years. *Kenya Coffee* 46(541): 113-130. 1981.

ANEXO 1

Comportamiento de la producción media de tres cosechas registradas en el Experimento MEG0245 durante el período julio/1999 a junio/2002. Estación Central Naranjal.

Híbrido	Genotipo	Trat	Max	Min	Prom/Trat	Relativa aColombia (%)	Relativa aCaturra (%)	Std (%)	CV(%)
3001	NR.946	1	4,4	2,4	3,6	73,5	100,0	0,6	18,10
3001	BG.398	2	5,3	2,3	3,8	77,6	105,6	0,8	22,06
3001	BG.24	4	7,0	1,3	4,6	93,9	127,8	1,5	33,58
3001	SP.366	5	7,2	1,8	5,0	102,0	138,9	1,3	26,09
3001	SP.706	10	5,7	2,1	3,5	71,4	97,2	0,9	25,88
3001	BG.495	12	7,3	4,0	5,6	114,3	155,6	0,9	15,17
3001	BG.502	16	8,3	1,1	4,5	91,8	125,0	1,7	39,02
3001	SP.634	19	7,9	0,0	4,0	81,6	111,1	1,5	37,00
3001	SP.144	21	6,8	2,5	4,1	83,7	113,9	1,1	27,99
3001	BH.805	22	5,1	1,6	3,6	73,5	100,0	1,0	28,16
3001	SP.310	24	6,0	2,8	4,6	93,9	127,8	0,8	16,86
3001	SP.92	25	6,3	2,8	4,6	93,9	127,8	0,9	19,57
3001	NR.270	27	6,6	2,0	4,3	87,8	119,4	1,3	30,45
3001	BI.302	28	5,8	2,1	3,8	77,6	105,6	0,9	22,51
3001	BK.391	29	6,8	3,5	4,8	98,0	133,3	0,9	18,32
3001	RS.P.62	30	7,7	1,9	4,8	98,0	133,3	1,2	25,06
3001	BI.567	32	5,5	2,1	3,6	73,5	100,0	0,9	26,28
3001	NR.125	33	6,1	1,6	4,4	89,8	122,2	1,0	21,84
3001	RS.P.68	34	6,6	0,5	3,5	71,4	97,2	1,4	40,30
3001	BG.421	35	6,0	1,4	3,8	77,6	105,6	1,0	25,08
3001	BK.635	36	6,0	2,8	4,4	89,8	122,2	1,0	21,82
3001	SP.393	37	5,9	2,4	3,9	79,6	108,3	0,9	22,42
3001	SP.34	38	6,3	3,4	4,8	98,0	133,3	0,6	13,42
3001	SP.614	40	5,3	2,2	3,7	75,5	102,8	0,9	24,41
3001	SP.607	41	5,7	1,2	3,8	77,6	105,6	1,0	25,61
3001	BI.696	42	6,9	2,7	5,0	102,0	138,9	1,2	23,34
	Promedio		6,3	2,1	4,2	85,7	116,7	1,0	25,0
3004	DH.173	9	7,1	2,2	4,0	81,6	111,1	1,0	24,16
3004	BK.266	14	6,7	3,3	5,0	102,0	138,9	0,9	17,59
3004	CX.2233	18	6,6	3,1	4,9	100,0	136,1	1,1	23,46
3004	CX.2251	23	6,3	2,8	4,7	95,9	130,6	1,0	21,37
	Promedio		6,7	2,9	4,6	93,9	127,8	1,0	21,6
3005	CX.2192	7	8,3	1,6	3,8	77,6	105,6	1,6	41,50
3005	CU.1864	8	6,8	2,0	5,0	102,0	138,9	1,2	24,13
3005	CX.2118	13	5,9	2,8	3,8	77,6	105,6	0,9	24,39
3005	CX.2377	20	5,5	1,2	4,1	83,7	113,9	1,1	27,38
3005	CU.1887	26	6,7	2,0	4,3	87,8	119,4	1,0	22,15
3005	CU.1878	31	5,0	1,8	3,9	79,6	108,3	0,8	19,59
	Promedio		6,4	1,9	4,2	85,7	116,7	1,1	26,5
4213	FK.139	11	10,8	1,6	5,1	104,1	141,7	2,3	44,40
4213	FK.105	15	7,6	1,1	4,6	93,9	127,8	1,9	41,86
3001	BI.74	3	7,9	3,2	4,8	98,0	133,3	1,4	28,45
	Promedio		8,8	2,0	4,8	98,0	133,3	1,8	38,2
	Caturra	6	4,9	1,4	3,3			1,1	32,81
	Caturra	17	6,2	2,4	4,0			1,1	27,06
	Promedio		5,5	1,9	3,6	73,5	100,0	1,1	29,9
	Colombia	39	8,4	0,7	4,9	100,0	136,1	1,8	36,49

ANEXO 2

Comportamiento de la producción media de tres cosechas registradas en el experimento MEG0246 durante el período julio/1999 a junio/2002. Estación Central Naranjal.

Híbrido	Genotipo	Trat	Max	Min	Prom/Trat	Relativa a Colombia (%)	Relativa a Caturra (%)	Std(%)	CV(%)
3001	BG.238	31	6,5	1,8	4,1	89,1	110,8	1,3	31,3
3001	BG.294	20	8,3	2,3	5,4	117,4	145,9	1,5	27,8
3001	BG.331	27	6,0	2,4	3,9	84,8	105,4	1,1	28,6
3001	BG.449	36	5,8	3,4	4,7	102,2	127,0	0,6	13,5
3001	BG.635	34	7,1	2,8	5,2	113,0	140,5	1,1	21,2
3001	BG.90	33	6,7	1,8	4,3	93,5	116,2	1,0	23,7
3001	BH.1072	28	5,4	1,7	3,9	84,8	105,4	1,1	27,1
3001	BH.1208	30	6,6	3,7	4,7	102,2	127,0	0,8	16,0
3001	BH.1340	23	6,8	0,7	4,8	104,3	129,7	1,9	39,5
3001	BH.776	24	8,0	2,3	5,7	123,9	154,1	1,4	24,8
3001	BH.802	12	6,5	3,7	4,8	104,3	129,7	0,8	15,9
3001	BH.813	26	6,1	2,8	4,7	102,2	127,0	0,7	15,4
3001	BH.836	38	6,4	3,2	5,0	108,7	135,1	0,9	17,6
3001	BH.840	14	7,1	3,9	5,4	117,4	145,9	0,9	16,2
3001	BH.843	37	7,8	2,9	5,2	113,0	140,5	1,3	25,3
3001	BH.904	35	8,0	3,4	5,5	119,6	148,6	1,3	23,1
3001	BI.135	39	8,6	3,3	5,6	121,7	151,4	1,3	23,9
3001	BI.429	19	8,0	2,3	5,2	113,0	140,5	1,2	23,4
3001	BI.489	32	7,7	4,1	5,5	119,6	148,6	1,0	17,9
	Promedio		7,0	2,8	4,9	106,5	132,4	1,1	22,8
3001	BK.114	10	6,6	2,5	4,4	95,6	118,9	1,0	23,1
3001	BK.188	42	5,8	2,1	4,7	102,2	127,0	0,9	19,6
3001	BK.50	18	7,5	3,6	5,5	119,6	148,6	0,9	15,7
3001	BK.500	40	7,1	2,7	4,9	106,5	132,4	1,2	24,8
3001	CU.1902	7	9,4	3,1	5,5	119,6	148,6	1,5	26,4
3001	DG.1377	41	7,8	1,8	4,2	91,3	113,5	1,1	26,8
3001	DG.376	6	7,3	3,0	5,6	121,7	151,4	1,1	19,4
			7,4	2,7	5,0	108,7	135,1	1,1	22,3
3004	CX.2827	17	6,9	2,0	4,7	102,2	127,0	1,2	26,1
3004	CX.2834	29	5,8	3,0	4,1	89,1	110,8	0,8	20,6
3004	DH.127	9	7,6	2,3	4,4	95,7	118,9	1,1	24,7
	Promedio		6,8	2,4	4,4	95,7	118,9	1,0	23,8
3005	CU.1872	21	7,7	3,5	5,2	113,0	140,5	1,0	18,7
3005	CU.1883	15	6,5	2,1	4,6	100,0	124,3	1,3	29,0
3005	CU.1885	4	6,8	3,1	4,6	100,0	124,3	0,9	20,4
3005	CU.1888	11	8,6	3,8	5,2	113,0	140,5	1,2	22,1
3005	CU.1911	2	7,1	0,6	3,8	82,6	102,7	2,1	53,5
	Promedio		7,3	2,6	4,7	102,2	127,0	1,3	28,8
4213	FK.105	8	7,9	2,4	5,0	108,7	135,1	1,5	29,8
4213	FK.139	22	7,5	2,0	5,3	115,2	143,2	1,4	26,9
4213	BI.74	13	7,9	3,2	5,6	121,7	151,4	1,3	23,4
	Promedio		7,8	2,5	5,3	115,2	143,2	1,4	26,7
	Caturra	3	5,5	2,1	3,6			0,9	24,0
	Caturra	1	5,0	1,6	3,7			1,0	26,8
	Caturra	16	5,5	2,4	3,8			1,0	25,8
	Promedio		5,3	2,0	3,7	80,4	100,0	0,9	25,5
	Colombia	5	8,1	2,2	4,5			1,8	39,1
	Colombia	25	7,3	1,7	4,6			1,5	33,4
	Promedio		7,7	1,9	4,6	100,0	124,3	1,7	36,3

ANEXO 3

Comportamiento de la producción media de tres cosechas registradas en el experimento MEG0247 durante el período julio/1999 a junio/2002. Estación Central Naranjal.

Híbrido	Genotipo	Trat	Max	Min	Prom/Trat	Relativa a Colombia (%)	Relativa a Caturra (%)	Std(%)	CV(%)	
3001	BH.1285	1	8,5	3,1	4,9	102,1	132,4	1,2	25,5	
3001	CU.113	3	5,9	2,8	4,1	85,4	110,8	0,9	20,6	
3001	Nr.656	4	7,1	2,0	4,1	85,4	110,8	1,5	36,6	
3001	BH.993	5	7,0	4,5	5,6	116,7	151,4	0,8	14,0	
3001	DG.1380	6	5,5	1,2	3,3	68,8	89,2	1,1	34,7	
3001	BH.1394	8	5,2	1,7	3,5	72,9	94,6	1,0	29,0	
3001	BG.553	9	6,2	2,6	4,2	87,5	113,5	0,9	22,2	
3001	BI.55	11	7,0	3,0	4,7	97,9	127,0	0,9	20,0	
3001	DG.1394	13	6,0	2,0	3,8	79,2	102,7	1,1	29,9	
3001	DG.1393	16	5,6	2,3	4,2	87,5	113,5	0,9	20,8	
3001	BI.327	18	4,6	1,1	3,2	66,7	86,5	0,9	28,2	
3001	BI.625	19	7,2	3,1	5,2	108,3	140,5	1,2	23,6	
3001	Nr.349	20	6,9	2,3	4,0	83,3	108,1	1,1	28,3	
3001	Nr.287	22	6,2	2,4	4,6	95,8	124,3	1,0	22,9	
3001	BK.281	23	5,0	0,8	3,2	66,7	86,5	1,0	31,1	
3001	CU.298	24	6,4	0,8	4,2	87,5	113,5	1,2	29,3	
3001	BG.129	25	5,1	2,1	3,9	81,3	105,5	0,8	19,8	
3001	BH.1361	26	6,2	0,8	3,3	68,8	89,2	1,7	52,2	
3001	BI.715	27	6,2	1,5	3,6	75,0	97,3	1,1	29,8	
3001	BG.216	28	6,5	3,9	4,9	102,1	132,4	0,8	15,4	
3001	BI.656	29	6,0	2,1	3,8	79,2	102,7	0,9	24,4	
3001	BI.244	30	7,2	0,4	3,4	70,8	91,9	1,6	47,6	
3001	BH.968	31	5,7	3,2	4,6	95,8	124,3	0,6	13,7	
3001	BG.136	32	6,0	2,2	4,3	89,6	116,2	1,1	24,5	
3001	BH.890	33	5,7	2,0	4,0	83,3	108,1	0,9	22,6	
3001	BI.120	35	5,8	2,7	4,1	85,4	110,8	0,9	21,2	
3001	BK.506	36	6,1	2,9	4,3	89,6	116,2	0,8	19,3	
Promedio			6,2	2,2	4,1	85,4	110,8	1,0	26,2	
3004	DH.155	34	5,3	2,0	3,6	75,0	97,3	0,9	25,4	
3005	CU.1824	14	6,8	3,0	4,7	97,9	127,0	1,1	24,2	
3005	CU.2031	17	7,2	2,3	4,0	83,3	108,1	1,3	31,6	
Promedio			6,4	2,4	4,1	85,4	110,8	1,1	27,1	
3001	BI.74	2	6,8	3,1	5,2	108,3	140,5	1,2	22,5	
4213	FK.105	15	8,5	4,0	5,6	116,7	151,4	1,2	20,6	
4213	FK.139	21	8,0	3,3	5,9	122,9	159,5	1,1	19,2	
Promedio			7,8	3,5	5,6	116,7	151,4	1,2	20,7	
Caturra			7	5,4	1,5	3,9		1,1	27,2	
Caturra			10	5,1	1,2	3,4		1,0	30,2	
Promedio			5,3	1,4	3,7	77,1	100,0	1,0	28,7	
Colombia			12	6,1	3,6	4,8	100,0	129,7	0,7	14,4

* No presentó roya en la región productiva, pero sí en otros sectores de las plantas.

ANEXO 4

Progreso de la roya en porcentaje de incidencia sobre los materiales estudiados en el experimento MEG0245. Registros mensuales entre Febrero y Julio/2002 en condiciones de epidemia severa de *H. vastatrix*.

Híbrido	Genotipo	Trat	% de incidencia de roya						Reacción a roya
			Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	
3001	NR.946	1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,8	Alta resistencia
3001	BG.398	2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BG.24	4	0,0	0,3	1,0	7,2	5,8	17,2	Resistencia media
3001	SP.366	5	0,9	0,3	0,5	0,2	1,0	2,7	Alta resistencia
3001	SP.706	10	0,6	1,2	1,0	2,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BG.495	12	0,8	1,2	0,1	0,3	2,7	0,0	Alta resistencia
3001	BG.502	16	0,2	0,3	0,4	0,2	2,2	4,5	Alta resistencia
3001	SP.634	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	Alta resistencia
3001	SP.144	21	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,6	Alta resistencia
3001	BH.805	22	2,4	3,6	2,2	1,6	1,5	1,0	Alta resistencia
3001	SP.310	24	1,2	2,1	1,8	2,2	2,1	27,7	Susceptible
3001	SP.92	25	0,5	0,0	0,3	0,2	0,3	1,2	Alta resistencia
3001	NR.270	27	0,4	0,3	0,8	0,7	1,7	3,1	Alta resistencia
3001	BI.302	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	Alta resistencia
3001	BK.391	29	0,4	0,1	0,4	0,5	1,5	2,0	Alta resistencia
3001	RS.P.62	30	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BI.567	32	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	NR.125	33	0,1	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	RS.P.68	34	0,0	0,2	0,2	0,6	2,9	4,3	Alta resistencia
3001	BG.421	35	1,9	1,6	0,9	1,8	0,0	0,5	Alta resistencia
3001	BK.635	36	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	2,2	Alta resistencia
3001	SP.393	37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	Alta resistencia
3001	SP.34	38	0,5	0,0	0,2	0,2	0,3	1,1	Alta resistencia
3001	SP.614	40	0,3	0,0	0,1	0,3	0,5	1,6	Alta resistencia
3001	SP.607	41	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,4	Alta resistencia
3001	BI.696	42	0,5	1,1	0,7	2,1	1,5	0,7	Alta resistencia
	Promedio		0,4	0,5	0,4	0,8	1,0	2,8	
3004	DH.173	9	0,3	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	Alta resistencia
3004	BK.266	14	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,7	Alta resistencia
3004	CX.2233	18	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3004	CX.2251	23	0,1	0,2	0,0	0,3	0,5	0,9	Alta resistencia
	Promedio		0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	
3005	CX.2192	7	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	0,5	Alta resistencia
3005	CU.1864	8	0,2	0,2	0,0	0,9	1,0	0,8	Alta resistencia
3005	CX.2118*	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3005	CX.2377*	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3005	CU.1887*	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3005	CU.1878	31	0,6	0,3	0,3	0,2	0,9	1,0	Alta resistencia
	Promedio		0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,4	
4213	FK.139	11	1,6	3,6	1,1	2,3	0,4	0,0	Alta resistencia
4213	FK.105*	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BI.74	3	1,9	2,8	3,1	0,7	4,9	3,2	Alta resistencia
	Promedio		1,2	2,1	1,4	1,0	1,8	1,1	
	Caturra	6	33,3	38,5	30,4	31,9	18,4	28,0	Susceptible
	Caturra	17	20,3	25,3	18,2	15,1	10,0	12,1	Susceptible
	Promedio		26,8	31,9	24,3	23,5	14,2	20,1	
	Colombia	39	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	Alta resistencia

* No presentó roya en la región productiva, pero sí en otros sectores de la planta.

ANEXO 5

Progreso de la roya en porcentaje de incidencia sobre los materiales estudiados en el experimento MEG0246. Registros mensuales entre Febrero y Julio/2002 en condiciones de epidemia severa de *H. vastatrix*.

Híbrido	Genotipo	Trat	% de incidencia de roya						Reacción a roya
			Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	
3001	DG.376*	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	CU.1902	7	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BK.114	10	1,2	1,7	1,0	2,4	2,3	13,6	Resistencia media
3001	BH.802	12	0,0	0,1	0,0	0,0	1,4	0,0	Alta resistencia
3001	BL.74	13	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BH.840	14	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BK.50	18	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BL.429	19	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,1	Alta resistencia
3001	BG.294*	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BH.1340	23	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BH.776	24	1,1	0,2	0,5	3,7	0,0	2,9	Alta resistencia
3001	BH.813	26	0,3	0,3	0,1	0,5	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BG.331	27	0,0	0,1	0,2	0,0	1,2	0,7	Alta resistencia
3001	BH.1072	28	0,2	0,4	0,0	0,0	0,8	0,7	Alta resistencia
3001	BH.1208	30	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BG.238	31	0,1	0,0	0,0	0,8	0,5	0,0	Alta resistencia
3001	BL.489	32	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BG.90	33	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	Alta resistencia
3001	BG.635	34	0,3	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BH.904	35	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	1,7	Alta resistencia
3001	BG.449	36	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BH.843*	37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BH.836	38	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BL.135	39	0,0	0,4	0,3	0,4	0,0	3,4	Alta resistencia
3001	BK.500	40	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,3	Alta resistencia
3001	DG.1377	41	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BK.188	42	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	2,2	Alta resistencia
	Promedio		0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	1,0	
3004	DH.127*	9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3004	CX.2827	17	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	Alta resistencia
3004	CX.2834	29	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
	Promedio		0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	
3005	CU.1911	2	0,6	0,6	0,7	1,2	0,0	3,6	Alta resistencia
3005	CU.1885	4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3005	CU.1888*	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3005	CU.1883	15	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3005	CU.1872	21	0,4	0,7	0,0	1,1	0,0	1,0	Alta resistencia
	Promedio		0,3	0,3	0,1	0,5	0,0	0,9	
4213	FK.105*	8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
4213	FK.139	22	0,6	1,7	0,1	1,0	0,4	0,0	Alta resistencia
	Promedio		0,3	0,8	0,1	0,5	0,2	0,0	
	Caturra	1	43,2	43,4	14,5	19,4	7,1	7,4	Susceptible
	Caturra	3	47,1	52,9	18,0	31,8	6,1	46,7	Susceptible
	Caturra	16	55,5	53,3	21,3	31,4	23,8	7,7	Susceptible
	Promedio		48,6	49,9	17,9	27,5	12,3	20,6	
	Colombia	5	0,3	0,4	0,2	0,0	0,0	1,7	Alta resistencia
	Colombia	25	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
	Promedio		0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,9	

* No presentó roya en la región productiva, pero sí en otros sectores de las plantas.

ANEXO 6

Progreso de la roya en porcentaje de incidencia sobre los materiales estudiados en el experimento MEG0246. Registros mensuales entre Febrero y Julio/2002 en condiciones de epidemia severa de *H. vastatrix*.

Híbrido	Genotipo	Trat	% de incidencia de roya						Reacción a roya
			Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	
3001	BH.1285*	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BI.74	2	0,6	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	CU.113	3	0,4	0,6	0,0	1,8	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	Nr.656	4	0,0	0,3	1,1	0,0	0,6	4,8	Alta resistencia
3001	BH.993	4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	DG.1380	5	0,0	0,2	0,0	0,6	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BH.1394	8	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BG.553	9	3,0	3,7	2,3	3,1	2,9	2,9	Alta resistencia
3001	BI.55	11	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	DG.1394	13	0,0	0,1	0,0	0,2	0,6	0,6	Alta resistencia
3001	DG.1393	16	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,7	Alta resistencia
3001	BI.327*	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BI.625	19	4,1	4,2	0,4	0,6	2,7	2,1	Alta resistencia
3001	Nr.349	20	0,1	0,2	0,3	0,3	0,6	0,0	Alta resistencia
3001	Nr.287	22	11,6	12,1	3,2	1,5	0,0	0,0	Susceptible
3001	BK.281*	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	CU.298	24	1,3	1,3	1,1	3,3	4,6	15,2	Susceptible
3001	BG.129	25	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BH.1361	26	0,8	1,2	0,3	0,8	0,8	6,1	Alta resistencia
3001	BI.715	27	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0	2,0	Alta resistencia
3001	BG.216	28	0,6	0,6	0,1	0,4	0,0	1,9	Alta resistencia
3001	BI.656	29	0,8	0,4	0,0	0,0	1,6	0,0	Alta resistencia
3001	BI.244	30	1,8	1,8	2,9	3,3	2,7	4,2	Alta resistencia
3001	BH.968	31	3,0	1,3	1,1	0,0	7,7	0,0	Alta resistencia
3001	BG.136	31	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BH.890	33	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3001	BI.120	35	1,3	0,5	0,2	0,0	1,0	0,0	Alta resistencia
3001	BK.506	36	0,3	0,2	1,5	6,9	9,1	10,6	Resist. Media
	Promedio		1,1	1,1	0,5	0,8	1,2	1,8	
3004	DH.155*	34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
3005	CU.1824	14	0,0	0,2	0,1	0,3	0,6	0,0	Alta resistencia
3005	CU.2031*	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
	Promedio		0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,0	
4213	FK.105*	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Alta resistencia
4213	FK.139	21	5,3	2,9	0,4	1,1	0,4	0,0	Alta resistencia
	Promedio		2,7	1,4	0,2	0,5	0,2	0,0	
	Caturra	7	50,1	45,2	41,2	27,4	20,0	27,8	Susceptible
	Caturra	10	42,3	40,0	27,8	9,9	9,3	12,5	Susceptible
	Promedio		46,2	42,6	34,5	18,6	14,7	20,1	
	Colombia	12	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	Alta resistencia

* No presentó roya en la región productiva, pero sí en otros sectores de las plantas.