

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PROGENIES DE HÍBRIDOS TRIPLOIDES DE *C. arabica* var. Caturra X (Caturra X *C. canephora*)

Gabriel Alvarado-Alvarado*; Hernando Cortina-Guerrero*.

RESUMEN

ALVARADO A., G.; CORTINA G., H. Comportamiento agronómico de progenies de híbridos triploides de *C. arabica* var Caturra X (Caturra X *C. canephora*). *Cenicafé* 48 (2): 73-91. 1997.

Como resultado del proceso de hibridación y retrocruzamiento entre las especies *C. arabica* y *C. canephora* en Cenicafé, se dispone de plantas seleccionadas de diferente generación, con las progenies F4RC1 como las más avanzadas. Con el propósito de evaluar agronómicamente 67 progenies, 65 de ellas de generación F4RC1, se sembraron en la Estación Central Naranjal de CENICAFE, cuatro experimentos en látice, tres a 5x5 y uno a 4x5, con dos repeticiones, utilizando las variedades Caturra y Colombia como testigos. El análisis de los resultados mostró que el 79% de las progenies tienen producciones estadísticamente similares al mejor testigo, 42% de ellas produce granos con más de 68% de café supremo y el 74% poseen porcentajes de grano vano y caracol, similares a las variedades comerciales. Una gran proporción (59%) mostró altos niveles de resistencia a la roya. Al considerar simultáneamente los caracteres de interés agronómico se seleccionaron el 19,4% de las progenies evaluadas. Se estimó la heredabilidad de la producción en sentido amplio, mediante la relación entre la varianza de genotipos y la varianza de la media de las progenies. En todos los casos los valores fueron altos (0,63 a 0,82), predominando la variación entre progenies con relación a la variación ambiental, lo que asegura ganancia genética al seleccionar por producción.

Palabras claves: Mejoramiento genético, hibridación interespecífica, *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, híbridos triploides.

ABSTRACT

As a result of hybridization and back-crossing studies between *Coffea arabica* and *C. canephora* carried out at Cenicafé, various progenies of different generations were available, the most advanced being progenies of F4RC1. For the purpose of agronomic evaluation of 67 progenies, 65 of them of the F4RC1 generation, four experiments (three in a 5X5 lattice and one in a 4x5 lattice two replicas for each) were sown at the Naranjal field station of Cenicafé using the Caturra and Colombia varieties as controls. Results showed that 79% of the progenies had productions statistically indistinguishable from the best control, 42% of them producing beans with more than 68% of supremes, and 74% with empty and snail beans similar to the commercial varieties. 59% showed high resistance to coffee rust. Considering all the characteristic of agronomic interest, 19,4% of the progenies were selected. The heritability of production was estimated in a broad sense, by the relationship between genotype variance and mean progeny variance. In all cases the values were high (0.63 to 0.82), with a predominance of variation between progenies in relationship to environmental variation, which assures genetic gain by selecting for production levels.

Keywords: Genetic improvment, hybrydization, coffea species, *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, triploid hybrids.

* Investigador Científico II e Investigador Científico I, respectivamente. Mejoramiento Genético. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

El café cultivado en Colombia pertenece a la especie *C. arabica*, la única tetraploide ($2n = 44$) y autógama dentro del género. Las demás especies, incluyendo a *C. canephora*, la otra cultivada, son diploides ($2n = 22$) y autoincompatibles.

El cruzamiento entre *C. arabica* y *C. canephora* tiene en promedio un 10% de probabilidades de éxito si se usa la especie *arabica* como parental femenino (3). Como es de esperarse en estos casos, la meiosis en el triploide ($2n = 33$) no es normal y el híbrido presenta muy poca fertilidad. Para superar este inconveniente, en los programas de mejoramiento de café que siguen los métodos tradicionales, se duplican los cromosomas del híbrido triploide produciendo individuos hexaploides o se duplican los cromosomas del progenitor diploide y una vez realizado el cruzamiento, se obtienen híbridos tetraploides (4).

Por esta última vía se han originado las poblaciones de Icatú en Brasil y Arabustas en Costa de Marfil. En las primeras se han obtenido selecciones tetraploides similares a *C. arabica* de alto rendimiento y con resistencia a la roya y a los nemátodos. Algunas han sido lanzadas como variedades comerciales (7). Los Arabustas fueron desarrollados con el fin de tener materiales adaptados a las condiciones de *C. canephora* pero con las características de calidad de *C. arabica*. Sin embargo, el programa ha tenido serios inconvenientes lo que ha hecho decaer su interés (6, 12, 17, 20).

En Cenicafé, donde la disciplina de mejoramiento de café ha venido desarrollando desde hace varios años un proyecto de hibridación interespecífica con el objeto de incorporar resistencia, especialmente a la roya del cafeto, proveniente de las especies diploides, se ha empleado un método diferente: el retrocruzamiento del híbrido triploide (sin duplicación de cromosomas) con la especie *arabica*, usando esta como parental femenino. En el

proceso se realizan uno o dos retrocruzamientos seguidos por autofecundación y selección, especialmente por fertilidad, caracteres de grano y resistencia a la enfermedad (18).

Trabajos en trigo y avena ilustran la validez del método. Vardi, y Vardi y Zohary (21, 22) han demostrado que los híbridos interespecíficos triploides sirven como un puente efectivo en la transferencia de genes diploides a tetraploides en trigo. Se ha observado que los triploides interespecíficos producen alguna semilla, mucho más si se exponen a polinización masiva por los tetraploides. El análisis citogenético de las progenies F2 y F3, mostró que cuando se cruzan dos especies que comparten un genoma, como ocurre en café, las barreras reproductivas son superadas por la producción ocasional de gametos balanceados y que la introgresión por esa vía es muy rápida.

La infertilidad del híbrido disminuye rápidamente con el retrocruzamiento y con cada generación de autofecundación, debido tanto a la selección natural en las poblaciones en segregación (gamética, cigótica), como a la selección practicada en Cenicafé. Por este método se recupera de manera precoz la fertilidad, la autocompatibilidad, y el fenotipo Caturra de la especie *arabica*.

Los clones seleccionados de híbridos interespecíficos conservados en el banco de germoplasma de Cenicafé sustentan lo anterior. En general, son genotipos que conservan gran parte de la resistencia a la roya del *C. canephora* y que temprano presentan en las generaciones F1RC2 ó F2RC1, porcentajes de granos vanos y caracol, cercanos a los de las variedades comerciales (11), (Anexo 1).

Según Eskes (13) el uso de triploides, como un primer paso en la transferencia de genes de *C. canephora* a *C. arabica* fue seguido en Indonesia al comienzo de 1923, Tanzania en 1931, India en 1937 y Brasil en 1980. El

método tiene la ventaja de que ahorra el tiempo de la duplicación y se requieren menos retrocruzamientos para la obtención de líneas homogéneas.

El objetivo final es la obtención de materiales mejorados; pero para lograrlo es necesario la selección y evaluación agronómica de las poblaciones derivadas de estos cruzamientos por lo menos hasta las generaciones F4 RC1 o F5 RC1, cuando se espera obtener progenies uniformes con las características agronómicas principales de la variedad cultivada de la especie *C. arabica* y con el carácter transferido de la especie diploide.

Hasta el momento no se ha obtenido ninguna variedad por la vía de los triploides. En Indonesia aparentemente se obtuvieron líneas productivas adaptadas a zonas bajas en los años 30. En la India, se seleccionaron líneas F2 RC2 productivas, pero no eran homogéneas (13). No se tiene, sin embargo, mucha información sobre el comportamiento agronómico de estas poblaciones derivadas de triploides.

En esta investigación se presentan los resultados de la evaluación del comportamiento agronómico de las progenies F4RC1 obtenidas en Cenicafé por este procedimiento; así como los estimados de heredabilidad calculados en ellos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La investigación se llevó a cabo en la Estación Central de CENICAFE, Naranjal, ubicada a 4° 59' latitud N y 75° 39' longitud oeste. A una altitud de 1.400 m.s.n.m., y con temperatura media de 20,8° C. La precipitación promedio es de 2.656 mm., distribuidos en 249 días. El brillo solar es de 1.817 horas/año, con humedad relativa media de 78%, y una clasificación ecológica de bosque húmedo tropical.

Materiales estudiados. Se estudiaron 67 progenies de cruzamiento interespecífico con *C. canephora*, derivadas por retrocruzamiento a *C. arabica* var. Caturra. Las plantas que dieron origen a esta progenie se seleccionaron en un experimento anterior por su resistencia a roya y su comportamiento agronómico (Anexo 2). Se incluyeron dos testigos, uno con resistencia completa a la roya (Variedad Colombia), y uno susceptible (variedad Caturra) al cual se protegió con fungicidas contra la roya para evitar bajas en la producción por efecto de la enfermedad.

Utilizando este procedimiento se seleccionaron 65 progenies F4 RC1, provenientes del Híbrido F1 (H.4001): Caturra x *C. canephora* -CV.5; que dio origen al Híbrido: H.4213 [(Caturra Rojo .- CV.1 y 3 x *C. canephora* -CV.5) x Caturra CV.4] o Caturra CV.4 x H.4001. Del mismo, se seleccionó la planta F1RC1 identificada como EW.25. Esta última, generó ocho progenies F3RC1, y de ellas las 65 progenies F4 RC1 de la referencia (Tabla 1).

Las dos progenies restantes: 1 F1 RC2, se obtuvo del híbrido H.4415 y la otra, de generación F1 RC1 provino del Híbrido H.4342. La genealogía se relaciona en el Anexo 2, donde se consignan las características del grano, la producción y la incidencia de la roya.

Diseño experimental. Se sembraron tres experimentos en látice cuadrado y uno en látice rectangular, todos con dos repeticiones, Cochran y Cox (10). La unidad experimental la constituyó la parcela (surco) con 10 plantas efectivas y dos bordes. La distancia de siembra fue de 1 m. entre plantas y 2 m. entre surcos, para una densidad de 5.000 plantas/Ha. Las características de los mismos se presentan en la Tabla 2.

El Anexo 3, se relacionan las progenies incluidas en cada uno de los cuatro experimentos.

TABLA 1. Esquema del proceso de mejoramiento a partir de híbridos triploides de *C. arabica* var. Caturra x (Caturra x *C. canephora*)

Híbrido	Cruzamiento	Generación	Plantas Denominación	Número
H.4001	Cat x Can CV5	F1	CV	
H.4213	Cat x H.4001	F1 RC1	EW.25	1
		F2 RC1	FC.91...FK.99	8
		F3 RC1	FK.1...FK.320	65

TABLA 2. Características de diseño de los experimentos para la evaluación de progenies F4RC1 de Caturra (Caturra x *C. canephora*).

Experimento	Fecha de siembra	Progenies 1/	Testigos	Látice
MEG02.15	Mayo/1988	22	3	5x5
MEG02.16	Julio/1988	20	5	5x5
MEG02.10	Marzo/1990	23	2	5x5
MEG02.13	Octubre/1990	16	4	5x4

1/ Algunas progenies se sembraron en 2 y 3 experimentos.

CARACTERESEVALUADOS. Producción. Se pesaron los frutos maduros (café cereza) recolectados en la unidad experimental durante cuatro cosechas (años) en 3 experimentos y de tres en el MEG02.13. La recolección se realizó cada 20 ó 30 días a través del año.

Características del grano. Se determinaron la proporción de granos anormales (vanos y caracoles) y el tamaño; para el efecto, se hicieron tres muestreos en dos cosechas principales a cada uno de los árboles que conformaban la unidad experimental.

Semillas vacías: Corrientemente se denominan como granos vanos se producen por aborto tardío del óvulo fertilizado, el cual detiene el crecimiento del endospermo pero no el de la cavidad locular. Tienen apariencia de frutos normales, pero pueden contener 1 ó 2 cavidades

vacías. Son frecuentes en híbridos interespecíficos y en autopoliploides y se han relacionado con irregularidades cromosómicas (9).

Para estimar la proporción de grano vano, se utilizan muestras de 100 frutos por planta. Se mide por el porcentaje de frutos que flotan cuando se sumergen en agua.

Granos caracol: Se originan cuando uno de los óvulos aborta tempranamente y, además, se produce atrofia de la cavidad locular. La semilla del otro lóculo se desarrolla libremente, tomando la forma de caracol. Se originan por fallas en la fecundación y posiblemente por factores genéticos e irregularidades meióticas (9).

Se evalúan por observación directa en muestras de 400 semillas/planta.

Tamaño del grano: Se estimó a través del porcentaje de café supremo, que es la proporción en peso de una muestra de 100 gramos de café en almendra, que es retenida en una zaranda con orificios circulares de 17/64 de pulgada de diámetro.

Desarrollo y conformación de las plantas. Anualmente, se midió la altura de la planta, su conformación (descripción fenotípica) y la presencia de plantas anormales.

Resistencia a la roya. Se evaluó en laboratorio y en campo. La prueba de laboratorio tuvo como objetivo determinar los grupos fisiológicos de segregación por roya de las plantas estudiadas. El procedimiento consiste en tomar una progenie de 200 plántulas y enviarla al CIFIC (Centro de Investigaciones de la roya del café) en Portugal. Allí se inocula con diferentes razas fisiológicas del hongo.

De acuerdo con la esporulación o no de las diferentes razas sobre las plantas evaluadas, se clasifican como: del grupo A, aquellas resistentes a todas las razas mantenidas en la colección del CIFIC. Se supone que poseen uno o más genes de resistencia diferentes a los identificados hasta ahora. Del grupo E es el tipo susceptible en las variedades comerciales tradicionales de *C. arabica*: Caturra, Típica, Borbón. Existen otros grupos que aquí no se determinaron.

Mediante la inoculación de 200 plántulas de cada planta problema, se evaluaron 13 plantas F3RC1 de las que dieron origen a las progenies estudiadas en estos experimentos y 210 plantas F4RC1 derivadas de 40 progenitores FK y seleccionadas por su buen comportamiento agronómico (Anexo 4).

En el campo se utilizó la escala de Eskes-Braghini (13), la cual, con un intervalo de 0 a 9, mide la incidencia de la enfermedad y toma la planta entera como unidad de lectura. Se

realizaron 2 ó 3 evaluaciones por año en cada una de las plantas de cada progenie en los periodos de mayor epidemia, desde 1990 hasta 1993. Se consideraron con resistencia parcial aquellas plantas cuya evaluación de roya fue inferior a 5 en todas las lecturas.

Análisis estadístico. Se hizo análisis de varianza para la producción media y el tamaño de grano. Se usó la prueba de Dunnett para comparar las progenies con el testigo de mejor comportamiento en cada experimento.

A partir de los análisis de varianza de la producción se hizo la partición de la misma en sus componentes, se estimó la contribución de cada componente a la variación y se calculó la heredabilidad en sentido amplio (relación entre la varianza entre genotipos (V^2g) y la varianza fenotípica (V^2F), (1,10).

Mediante la prueba de F, se comparó la variación dentro de cada una de las progenies con relación a la variación dentro de las plantas de Caturra, que se supuso ambiental. En las progenies en que la varianza fue significativamente mayor que en el testigo se consideró que había variación genética.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción. En la Tabla 3 se presenta la distribución de la producción media de las progenies en cada experimento. En el Anexo 3 se reporta la producción de cada progenie.

La producción media por planta fue de 5,70 kg de café cereza (456 @/ha de c.p.s); en tanto que los testigos Caturra (con control químico contra roya) y Colombia (con resistencia completa), produjeron 6,57 y 6,44 kilos, respectivamente (526 y 515 @/ha de c.p.s).

Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas entre progenies en todos los

TABLA 3. Distribución de frecuencias de la producción media de progenies F4 RC1 de Caturra x (Caturra x *C. canephora*) sembradas en 4 experimentos.

Intervalo de clase (Kg de cereza /planta/año)	Frecuencia/experimento				Total	%
	MEG02/15 ^{1/}	MEG02/16 ^{1/}	MEG02/10 ^{2/}	MEG02/13 ^{3/}		
< 4,50	6	4	2	1	13	16,0
4,51 - 5,00	5	2	3	0	10	12,3
5,01 - 5,50	6	3	4	0	13	16,1
5,51 - 6,00	5	1	6	2	14	17,3
6,01 - 6,50	0	7	5	2	14	17,3
6,51 - 7,00	0	3	2	3	8	9,9
7,01 - 7,50	0	0	0	4	4	4,9
> 7,51	0	0	1	4	5	6,2
TOTAL	22	20	23	16	81	100
Media	4,97	5,65	5,66	6,84	5,70	
Intervalo	3,90 - 5,93	3,45 - 6,90	4,25 - 7,67	3,83 - 8,40	3,45 - 8,40	
Var. Caturra ^{4/}	5,98	6,80	5,45	7,36	6,57	
Var. Colombia	6,12	6,19	6,93	6,49	6,44	
d'(Dunnett) 0,05	1,62	1,66	1,89	1,95		
0,01	1,90	1,95	2,31	2,42		

1/ Valores medidos en 4 cosechas (Julio-90 - junio-94); 2/ Valores medidos en 4 cosechas (Julio-91 - Junio-95)
3/ Valores medidos en 3 cosechas (Julio-92 - Junio-95) 4/ Con control de la roya.

casos, como se observa en la Tabla 4. La comparación con el testigo de mayor productividad en cada experimento, mostró que 64 tratamientos fueron estadísticamente similares al mejor testigo, y 17 rindieron menos que él.

No es frecuente obtener progenies de híbridos interespecíficos de altos rendimientos en tan alta proporción. Si bien, la literatura registra que hay líneas de la variedad Icatú con rendimientos similares a los testigos, estos se

han obtenido después de muchos años y generaciones de selección (16).

Las bajas producciones han sido uno de los principales factores limitantes en los materiales de este origen. Cambrony (6) lo señala para los Arabustas, y en el mismo sentido se manifiestan Owuor y Van der Vossen (19) quienes reportan bajos rendimientos en progenies de primero y segundo retrocruzamiento, de híbridos interespecíficos obtenidos por esa vía.

TABLA 4. Análisis de varianza y cuadrados medios esperados de la producción media de progenies F4 RC1 de Caturra x (Caturra x *C. canephora*), estudiadas en 4 experimentos. Kilogramos de café cereza/planta/año.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios/experimento			G. L.	Cuadrados medios Expto.	Cuadrados medios esperados
		MEG02/15 ^{1/}	MEG002/16 ^{1/}	MEG02/10 ^{1/}		MEG02/13 ^{2/}	
Genotipos	24	134,4 **	285,0 **	222,4 **	19	189,0 **	$\sigma^2a + a\sigma^2gxr + a\sigma^2g$
Repeticiones	1	39,5 ns	0,1 ns	1482,3 **	1	272,4 **	$\sigma^2a + a\sigma^2gxr + a\sigma^2r$
G x R	24	49,4 **	52,2 n.s	58,8 n.s	19	34,6 n.s	$\sigma^2a + a\sigma^2gxr$
Árbol (G x R)	450	21,2	38,9	45,7	360	28,8	σ^2a
TOTAL	499				399		

G. L. = Grados de libertad
ns = "F" No significativo
* = "F" Significativo para p = 95%
** = "F" Significativo para p = 99%
^{1/} Datos de cuatro cosechas
^{2/} Datos de tres cosechas

Heredabilidad y ganancia genética. La heredabilidad de la producción en sentido amplio, en todos los experimentos, fue elevada, de 0,63 hasta 0,82 (Tabla 5). La magnitud indica que habrá ganancia genética al seleccionar por producción.

Al comparar la variación existente dentro de las progenies con la de Caturra se encuentra que 42 progenies son homogéneas, 21 heterogéneas y 4 de las sembradas en dos experimentos, en uno se comportaron como homogéneas y en el otro como heterogéneas. En las primeras se espera que la selección permita un mayor avance genético al escoger entre ellas, en tanto que en las heterogéneas se prevé ganancia genética al seleccionar entre y dentro de las progenies.

Características del grano. Tamaño. En el Anexo 3 se incluye el tamaño de grano para cada progenie y la Tabla 5, muestra la distribución de frecuencias del porcentaje de café su-

premo del conjunto de progenies. Se observa que fluctúa entre 31,3 y 87%.

De acuerdo con la clasificación propuesta por Castillo (8), 34 progenies poseen tamaño de grano grande (más de 68% de café supremo), 26 mediano o intermedio (entre 55 y 67,9% de café supremo) y 21 pequeño (menos de 55% de café supremo).

Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas (P = 0,99) en todos los experimentos, lo cual permite prever ganancias cuando se seleccione por este caracter.

Alvarenga *et al.* (2) utilizando otro sistema de medida, la peneira media¹, encontraron que el tamaño de grano en selecciones de la población Icatú, era similar al de las variedades comerciales Mundo Novo y Catuay.

¹ Zaranda que retiene el mayor peso de grano.

TABLA 5. Componentes estimados de varianza de la producción, en progenies F4 RC1 de Caturra x (Caturra x *C. canephora*).

Componentes	Símbolo	Experimentos			
		MEG02/15	MEG02/16	MEG02/10	MEG02/13
Genotipos	V ² g	4,25	11,64	8,18	7,72
G x R	V ² gr	2,82	1,33	1,31	0,58
Arb (GxR)	V ² a	21,20	38,90	45,71	28,83
Varianza fenotípica	V ² F	6,72	14,25	11,12	9,45
Heredabilidad	H ² **	0.63	0.82	0.74	0.82

$$V^2 F = \frac{V^2 a}{20} + \frac{V^2 gr}{2} + V^2 g$$

$$**H^2 = \frac{V^2 g}{V^2 F}$$

Berthaud (5), midió el peso de 100 semillas, y reportó que en los Arabustas el tamaño del grano fue 17,9 ± 2,4 g, valor similar al de *C. arabica* (18,3 g). Pero Owuor y Van der Vossen (19) encontraron que los granos de los Arabustas eran superiores a los de Robusta pero inferiores a los de *C. arabica* (variedad SL.28) aún en el segundo retrocruzamiento. Consideraron el tamaño del grano como el problema principal del programa por hibridación interespecífica de *C. arabica*.

Semillas vacías. El porcentaje de grano vano fluctuó entre 2,0 y 9,8%, valores que se consideran aceptables para materiales provenientes de cruzamientos interespecíficos. Una alta proporción de las progenies, 62 de ellas, tuvieron un porcentaje de vaneamiento inferior a 5%, que es el límite normal para las variedades comerciales (Tabla 7 y Anexo 3).

Granos caracol. La proporción de grano caracol estuvo entre 6,7 y 16,8% (Tablas 8 y Anexo 3). Setenta y seis progenies tuvieron un porcentaje inferior a 10% que constituye un límite corriente en variedades comerciales. Los valores

medios de las variedades testigo fueron de 11,1 y 8,6% para Colombia y Caturra, respectivamente.

Alvarenga y otros en 1995 (2) registraron en progenies de Icatú de generación avanzada (no especificada), porcentajes de grano vano inferiores al 5% y grano caracol entre el 10 y el 20%, ligeramente más alto que el de las progenies evaluadas en estos experimentos, mientras que la mayoría de las plantas F2 de Icatú de segundo retrocruzamiento seleccionados por Fazuoli y otros (15) tuvieron porcentajes de granos vanos alrededor del 15%. Señalan que el alto porcentaje de frutos vanos es uno de los mayores inconvenientes en algunas poblaciones de Icatú.

Los granos vanos y caracol, como consecuencia de la fertilidad insuficiente de los órganos florales especialmente del gameto femenino, constituyen uno de los defectos señalados por Cambrony (6) para los Arabustas.

Considerando simultáneamente las características de las semillas, se encontró que 20

TABLA 6. Distribución del tamaño de grano de progenies F4 RC1 de Caturra (Caturra x *C. canephora*).

Intervalo de clase (%)	Frecuencia/experimento				Total	%
	MEG02/15	MEG02/16	MEG02/10	MEG02/13		
< 50,0	0	0	3	6	9	11,1
50,01 - 60,0	0	3	11	5	19	23,5
60,01 - 70,0	8	11	5	4	28	34,6
>70,01	14	6	4	1	25	30,8
TOTAL	22	20	23	16	81	100
Media	72,15	66,95	60,15	53,02	63,68	
Intervalo	60,8 - 79,8	50,4 - 87,0	42,4 - 74,8	31,3 - 71,1	31,3 - 87,0	
Var. Caturra	44,35	44,70	56,87	55,39	51,34	
Var. Colombia	60,90	56,48	50,97	60,84	57,26	
d'(Dunnett) 0,05	11,2	13,2	12,4	12,3		
0,01	13,7	16,2	15,2	15,1		

TABLA 7. Distribución de progenies F4 RC1 de Caturra (Caturra x *C. canephora*) de acuerdo con su porcentaje de grano vano.

Intervalo de clase (%)	Frecuencia/experimento				Total	%
	MEG02/15	MEG02/16	MEG02/10	MEG02/13		
2,01 - 3,00	3	7	1	3	14	17,3
3,01 - 4,00	9	10	4	3	26	32,1
4,01 - 5,00	9	3	11	9	32	39,5
> 5,01	1	0	7	1	9	11,1
TOTAL	22	20	23	16	81	100,0
Media	3,89	3,30	4,68	4,35	4,06	
Intervalo	2,6 - 9,7	2,2 - 4,3	2,9 - 6,6	2,0 - 9,8	2,0 - 9,8	
Var. Caturra	4,16	3,85	4,91	3,71	4,01	
Var. Colombia	4,83	4,45	4,27	4,51	4,51	

TABLA 8. Distribución de frecuencias, de progenies F4 RC1 de Caturra (Caturra x *C. canephora*) de acuerdo con su porcentaje de grano caracol.

Intervalo de clase (%)	Frecuencia/experimento				Total	%
	MEG02/15	MEG02/16	MEG02/10	MEG02/13		
< 8,00	4	3	5	5	17	21,0
8,01 - 9,00	1	6	7	5	19	23,5
9,01 - 10,0	10	6	6	2	24	29,6
> 10,01	7	5	5	4	21	25,9
TOTAL	22	20	23	16	81	100,0
Media	9,84	9,25	8,92	9,42	9,35	
Intervalo	7,8 - 12,9	7,3 - 11,4	6,7 - 10,6	7,1 - 16,8	6,7 - 16,8	
Var. Caturra	8,44	8,70	8,23	8,87	8,63	
Var. Colombia	10,41	10,47	11,66	11,55	11,13	

progenies poseen tamaño del grano mayor que la variedad Caturra, menos de 5% de grano vano y menos de 10% de grano caracol. Estos valores confirman el éxito de la selección hecha en generaciones anteriores la cual permitió obtener una alta frecuencia de materiales deseables.

En estas progenies la gametogénesis y la fecundación es normal y su comportamiento similar al de las variedades comerciales. Aparentemente, tampoco hay problemas de autoesterilidad, como sucede en los Arabustas (6). Son progenies derivadas de un sólo retrocruzamiento, aunque Owuor y Van der Vossen (19) consideran que se requieren dos retrocruzamientos sucesivos con selección por fertilidad para recuperarla en esta clase de híbridos.

Resistencia a la roya. En el laboratorio. Los segregantes del grupo fisiológico “A” fueron predominantes. Once progenitores F3RC1,

segregaron exclusivamente plantas de ese grupo. En tanto que los otros dos progenitores, FK.40, FK.82, segregaron una alta proporción de plantas del grupo “E”. De las 12.506 plántulas inoculadas, provenientes de 210 plantas F4RC1, el 82,7% resultó del grupo fisiológico A y 17,3% del grupo E (Anexo 4).

En el campo. Las progenies en los experimentos MEG02.15 y MEG02.16, permanecieron “limpias” de roya (resistencia específica y completa) hasta agosto de 1990, cuando progresivamente aparecieron combinaciones patogénicas que, vulneraron la resistencia completa existente en esos materiales. En los experimentos MEG02.10 y MEG02.13 se observó el mismo patrón, pero a partir de 1991, por ser de siembra más reciente.

La posible aparición de nuevas razas de *H. vastatrix* es un aspecto que según Fazuoli *et al.* (15) debe considerarse en la selección de germoplasma de Icatú, ya que su frecuencia

dificulta los trabajos de selección. Algunas de estas nuevas razas han sido identificadas en Icatú, donde las progenies seleccionadas son resistentes a la mayoría de las razas de roya pero susceptible a otras de las recientemente descritas.

En la Tabla 9, se presentan el período de observación, el número de observaciones, y de progenies que mostraron una frecuencia de 75% o más de las plantas con lecturas estuvieron entre 0 y 4 en la escala de incidencia de Eskes-Braghini (0 - 9). Esta frecuencia, se toma como referencia para la selección de los materiales por su elevado nivel de resistencia incompleta en condiciones de campo. Se puede observar que 47 progenies cumplen el criterio expuesto. Solamente la progenie FK.205, conserva la resistencia completa a la roya.

La incorporación de genes de resistencia a la roya proveniente de *C. canephora* ha sido uno de los principales objetivos de este y otros programas de mejoramiento por hibridación interespecífica en café. En Brasil, los trabajos con Icatú tuvieron un objetivo más aplicado en 1970 cuando apareció la roya, entonces se empezó a buscar un híbrido más cercano a *C. arabica* en morfología y calidad comercial, pero con resistencia a la roya (6). En esta

población se han encontrado segregantes del grupo A y plantas con resistencia en campo (13).

También en Brasil, Eskes *et al.* (14) usando la vía de los triploides obtuvieron plantas RC1 con resistencia a la roya proveniente de Kouillou. Consideran que el uso de triploides constituye un método de mejoramiento viable para transferir resistencia a *H. vastatrix*.

En la India, Sreenivasan *et al.* (20) encontraron de un 85 a 100% de plantas resistentes en progenies de híbridos entre *C. arabica* x *C. canephora* duplicados.

Fenotipo de las plantas. En general, las progenies son vigorosas, con alta retención de follaje y buen aspecto agronómico, con altura, morfología y demás caracteres similares a los de la variedad Caturra. La tendencia de los híbridos a parecerse rápidamente al parental de *C. arabica*, es un hecho esperado y ha sido observado en café por diferentes autores, tanto en retrocruzamiento del triploide (14, 20) como del tetraploide (19).

En ocho progenies se presentaron más del 10% de plantas con “desarreglos cromosómicos” y fueron descartadas (Tabla 10). Siete

TABLA 9. Evaluaciones de roya en progenies en el campo utilizando la escala de incidencia de Eskes-Braghini (0-9).

Expto. MEG.	Nº de progenies estudiadas	Nº de evaluaciones	Período de lecturas	Progenies resistentes(1)	Porcentaje de resistentes
2.15	22	6	09/91-02/93	17	73,2
2.16	20	6	09/91-02/93	3	15,0
2.10	23	7	10/91-07/93	17	73,9
2.13	16	10	10/91-08/95	11	68,8
TOTAL	81	--	--	48	59,3

(1) Son resistentes las progenies con más del 75% de plantas con calificaciones menores de 5.0

TABLA 10. Progenies con alta frecuencia de plantas anormales y su producción.

Progenitor F2 RC1	Progenitor F3 RC1	Experimento MEG.	Nº plantas anormales	Porcentaje de anormales	Producción (kg cereza/ planta/año)
FC.98	FK.189	2,16	2	10	4,4*
FC.94	FK.71	2,16	4	20	4,3*
"	FK.80	2,15	7	35	3,9*
"	FK.82	2,16	20	100	3,5*
"	FK.100	2,15	4	20	4,3*
"	FK.91	2,15	4	20	5,8
"	FK.108	2,16	2	10	6,1
"	FK.142	2,15	3	15	4,6

* Estadísticamente inferior al testigo (P = 0, 05).

de estas progenies proceden de la planta FC.94, de generación F2 RC1. Estas plantas se caracterizan por presentar anomalías florales en grado variable: flores estrelladas, estériles y aborto de yemas florales. Morfológicamente, las hojas son de consistencia gruesa con nervaduras acentuadas y forma redondeada. La mayoría de las veces las plantas presentan crecimiento exuberante. Ocasionalmente, tienen crecimiento reducido, tallo de apariencia redondeada y flexible, acompañado de ramas de longitud corta y con hojas pequeñas, lisas de forma lanceolada. Esta hoja lanceolada tipo angustifolia, también ha sido reportada en poblaciones de Icatú por Carvalho y otros (8), quienes consideran que probablemente son aneuploides.

Se pudo establecer que la producción media de la mayoría de estas progenies fue estadísticamente inferior al testigo (Tabla 10).

Fazuoli *et al.* (15), registraron una alta frecuencia de plantas anormales, posiblemente aneuploides, en F2 y F3 de primero y segundo retrocruzamiento en algunas poblaciones de Icatú asociada con menores producciones y

recomiendan una selección rigurosa de plantas normales.

Carvalho *et al.* 1983 (7), encontraron porcentajes bastante variables de plantas anormales en poblaciones de Icatú de primero y segundo retrocruzamiento, siendo menor en las obtenidas por polinización libre (4 - 17%) que por autofecundación (11 - 28%). Estos porcentajes de plantas anormales aparentemente fueron independientes de la producción de la progenie.

Selección. La selección simultánea de acuerdo con los caracteres agronómicos analizados, permite reunir un grupo de 13 progenitores de enorme valor agronómico (Tabla 11). Con estos materiales, el paso a seguir, es adelantar la evaluación regional, estudiar la estabilidad de la producción y calidad, para finalmente decidir su utilización comercial.

En la actualidad se dispone de 13 progenies seleccionadas por atributos agronómicos que se derivan del cruzamiento con la especie *C. canephora*, las cuales constituyen un material muy valioso, ya que proceden de un recurso genético diferente del Híbrido de Timor, para

TABLA 11. Características de las progenies (F4 RC1) seleccionadas por producción, atributos de grano e incidencia de roya.

Progenie	Producción ^{1/}	Características del grano (%)			Incidencia de roya ^{2/}		
		Supremo	Vanos	Caracol	0	<4	>4
FK.5	5,57	79,8	4,5	7,9	1	19	
FK.7	7,20	63,1	3,3	7,3		20	
FK.16	7,96	71,1	4,2	8,5		19	1
FK.24	7,45	65,7	4,8	8,8	1	15	4
FK.39	6,29	70,9	4,1	8,4	6	10	4
FK.50	6,20	63,4	5,5	7,6	16	4	
FK.67	5,49	78,4	3,0	9,4		16	3
FK.80	6,20	66,5	3,9	9,2	3	12	5
FK.91	5,80	75,6	3,3	8,2		14	6
FK.105	7,67	73,1	5,3	9,8	8	11	1
FK.160	6,37	68,1	4,6	10,2	10	8	2
FK.211	5,93	64,5	3,7	10,3		19	1
FK.300	7,60	68,5	4,5	8,3		20	

1/ Kg de cereza/planta/año.

2/ Distribución de frecuencias en la lectura de mayor incidencia, valores de la escala e Eskes-Braghini (0 a 9).

ampliar la diversidad para resistencia a roya y, eventualmente, para otros caracteres.

Se ha comprobado que mediante pocos retrocruzamientos, seguidos de selección, en cuatro generaciones, es factible recuperar progenies de *C. arabica* con resistencia a la roya y otras características de interés provenientes de *C. canephora* por la vía de los híbridos triploides.

La mayoría de las progenies F4 RC1, mostraron un nivel de productividad alto, similar al obtenido con las variedades comerciales (Caterra con control de roya y Colombia). Los valores de heredabilidad, sugieren que la variación existente es de naturaleza genética, lo que permite augurar avances en la producción mediante selección.

LITERATURA CITADA

1. ALLARD, R.W. Principios de la mejora genética de las plantas. Barcelona, Omega, 1967. 498 p.
2. ALVARENGA A.P.; BEGAZO, J.C.; CARDOSO, A. A.; DE PAULA, J. F. Avaliação de progenies de café Icatú, em Viosa, Minas Gerais. Ceres 42 (243): 516-527. 1995
3. BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic Resources of coffee. In: Clarke, R. J.; Macrae, R. (eds). Coffee. Vol. 4. Agronomy. London, Elsevier Applied Science, 1988. p.1-42.
4. BERTHAUD J. L'hybridation Interspécifique entre *Coffea arabica* L. et *Coffea canephora* Pierre. Obtention et comparaison des hybrides triploïdes, arabustas et hexaploïdes. Première partie. Café, Cacao, Thé (France) XXII (1):3-12. 1978.

5. BERTHAUD J. L'hybridation Interspécifique entre *Coffea arabica* L. et *Coffea canephora* Pierre. Obtention et comparaison des hybrides triploïdes, Arabustas et hexaploïdes. Deuxième partie. Café, Cacao, Thé (France) XXII (2):87-112. 1978.
6. CAMBRONY, H.R. Arabustas and other interespecific fertile hybrids. In: Clarke, R.J.; Macrae, R. (eds). Coffee. Vol. 4. Agronomy. London, Elsevier Applied Science, 1988. p. 263-291.
7. CARVALHO A.; MARQUES DA COSTA, W.; FAZUOLI, L. C. Auto-incompatibilidade, produtividade, ocorrência de semestres do tipo Moca e Muda Anormais no café Icatu. Bragantia 42:157-169. 1983.
8. CASTILLO Z., J. Características de grano de introducciones de café. Cenicafé 29 (1): 3-17. 1978.
9. CASTILLO Z., J.; MORENO R., G. La Variedad Colombia: Selección de un cultivar compuesto resistente a la roya del café. Chinchiná, Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1987. 169 p.
10. COCHRAN, W.G.; COX, G.M. Experimental designs. 2. ed. New York, John Wiley and Sons. 1957. 618 p.
11. CORTINA, G. H. Conservación y evaluación de germoplasma de café. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. Disciplina Mejoramiento Genético. Informe anual de labores 1994-1995. Chinchiná, CENICAFE, 1995. 46 p.
12. CHARRIER, A. La structure génétique du genre *Coffea*, ses conséquences pour l'amélioration des caféiers cultivés. In: COLLOQUE Scientifique International Sur le Café, 8. Abidjan, 28 nov-3 dec., 1977. Paris, ASIC. 1979, p. 243-252.
13. ESKES, A.B. Resistance. In: KUSHALAPPA, A. C.; ESKES, A. B. eds. Coffee Rust: Epidemiology, Resistance and Management. Boca Raton, CRC Press. 1989. p. 171-291.
14. ESKES, A.B.; TOMA-BRAGHINI M. e LEVY F.A. Utilização de triploides para transferir resistência a *Hemileia vastatrix* de *C. canephora* cv Kouillou para o cultivar Catuaí de *C. arabica*. Comportamento das gerações F1 e BC1. In: CONGRESSO Bras. Pesq. Cafeeiras IBC, 14. Rio de Janeiro 1987, p. 80-82.
15. FAZUOLI L.C.; CARVALHO, A.; COSTA, W.M. Melhoramento do café Icatu em Campinas. In: CONGRESSO Bras. Pesq. Cafeeiras IBC, 14. Rio de Janeiro 1987, 91p.
16. FAZUOLI L.C.; CARVALHO, A.; COSTA, W.M. Avaliação de progênieis e seleção no cafeeiro Icatu. Bragantia 42: 179-189. 1983.
17. LE PIERRES, D.; YAPO, A. Systeme de reproduction des Arabustas Lato sensu et exploitation de leurs descendance pour l'amélioration des caféiers de basse altitude. In: COLLOQUE Scientifique International Sur le café, Montpellier, 6-11 juin, 1993. Paris, ASIC, 1993. p. 199-208.
18. OROZCO C., F.J. Utilización del híbrido triploide de *Coffea arabica* por *C. canephora* en cruzamientos interespecíficos. Cenicafé 27 (4): 143-157. 1976.
19. OWUOR J.B.; VAN DER VOSSEN, H. A. M. Interspecific Hybridization between *Coffea arabica* L. and tetraploid *C. canephora* P. Ex. Fr. I. Fertility in F1 Hybrids and Back crosses to *C. arabica*. Euphytica 30: 861-866. 1981.
20. SREENIVASSAN, M.S.; RAM, A.S.; PRAKASH, N.S. Tetraploids interspecific hybrids in coffee breeding in India. In: COLLOQUE Scientifique International Sur le café, 15. Montpellier, 6-11 juin 1993. Paris, ASIC 1993. p. 226-233.
21. VARDI, A. Introgression from diploids *Aegilops speltoides* to tetraploid durum wheat. Heredity 25: 85-91. 1970.
22. VARDI A.; ZOHARY, D. Introgression in wheat via triploid Hybrids. Heredity 22:541-560. 1967.

ANEXO 1. Características del grano de plantas seleccionadas en diferentes generaciones de híbridos interespecíficos procedentes de triploides.

Generación	Nº Plantas	Características del grano (%)		
		Vanos	Caracol	Supremo
F1 RC1	116	15,2	30,0	60,6
F1 RC2	10	6,6	17,5	59,0
F2 RC1	31	7,1	14,3	70,3
F3 RC1	48	3,5	7,8	70,0

ANEXO 2. Genealogía, características de grano, producción e incidencia de roya en los progenitores de Caturra (Caturra x *C. canephora*) evaluados

Híbrido	F1RC1	F2RC1	F3RC1	Características del grano(%)			Incidencia de roya 4/	Producción 5/	Exptos. MEG.
				Vanos	Caracol	Supremo			
1/ H.4213	EW.25	FC.91	FK.001	4,0	7,0	74,7	1,0	7,6	02/15
		FC.91	FK.002	5,1	5,6	72,3	1,5	7,3	02/15
		FC.91	FK.005	3,6	6,4	78,3	3,5	9,6	02/15
		FC.91	FK.007	4,3	7,7	76,4	2,5	10,8	02/13
		FC.91	FK.008	5,0	8,3	73,8	3,0	5,8	02/10
		FC.91	FK.009	2,6	8,3	62,9	2,0	6,1	02/16
		FC.91	FK.012	2,9	5,3	76,1	5,5	6,7	02/10,15
		FC.91	FK.015	3,0	8,5	76,6	3,5	7,6	02/10,15
		FC.91	FK.016	2,2	7,6	72,1	4,0	6,8	02/10,13,15
		FC.91	FK.017	6,0	5,7	72,7	3,5	5,9	02/13
		FC.91	FK.018	4,3	8,1	77,0	3,5	7,0	02/13,15
		FC.91	FK.019	11,8	2,7	79,5	2,5	6,2	02/15
		FC.92	FK.021	3,3	9,6	54,9	4,5	6,4	02/13,16
		FC.92	FK.023	4,1	6,0	49,8	7,5	5,4	02/15
		FC.92	FK.024	3,6	8,2	62,5	3,5	4,4	02/13
		FC.92	FK.039	3,3	8,6	72,4	6,5	6,4	02/10,16
		FC.92	FK.040	4,4	5,3	70,8	6,5	5,9	02/10,16
		FC.93	FK.047	4,6	11,0	56,2	6,5	6,6	02/15
		FC.93	FK.050	3,2	5,9	73,7	7,5	7,2	02/10
		FC.94	FK.067	3,5	7,9	78,7	3,0	3,7	02/15
		FC.94	FK.071	3,2	9,8	63,2	2,0	5,8	02/16
		FC.94	FK.074	2,5	9,2	82,8	3,5	7,9	02/10
		FC.94	FK.080	3,3	8,4	76,8	6,5	9,1	02/10,15
		FC.94	FK.082	4,1	5,1	57,0	3,0	1,6	02/16
		FC.94	FK.083	3,7	10,2	70,8	7,0	9,2	02/16
		FC.94	FK.089	2,6	10,4	72,0	7,0	5,7	02/15

Continúa ...

	FC.94	FK.091	2,4	8,3	77,9	3,5	11,8	02/16
	FC.94	FK.093	2,8	8,5	75,7	4,0	8,3	02/15
	FC.94	FK.095	2,8	10,8	71,2	8,0	7,8	02/16
	FC.94	FK.096	2,6	7,1	73,7	4,5	7,4	02/16
	FC.94	FK.100	5,2	9,9	65,2	3,0	9,4	02/15
	FC.94	FK.104	4,0	9,7	75,9	5,0	6,6	02/10
	FC.94	FK.105	2,9	6,3	82,5	5,0	8,7	02/10
	FC.94	FK.107	2,3	8,4	82,0	5,5	9,9	02/16
	FC.94	FK.108	2,5	7,7	72,1	4,5	6,4	02/16
	FC.94	FK.124	3,5	6,7	81,8	4,5	8,8	02/16
	FC.94	FK.129	2,8	8,8	64,2	9,0	7,8	02/16
	FC.94	FK.139	3,3	7,3	82,1	2,5	8,8	02/10
	FC.94	FK.142	2,3	6,8	72,9	8,0	6,0	02/15
	FC.94	FK.146	2,6	9,0	61,0	7,5	5,7	02/13
	FC.94	FK.160	2,6	8,7	71,0	4,5	10,1	02/10,16
	FC.96	FK.300	2,6	7,8	62,3	6,5	9,9	02/13
	FC.96	FK.320	2,9	8,2	63,6	4,5	10,8	02/10
	FC.97	FK.234	2,6	8,8	60,6	4,5	6,8	02/13
	FC.97	FK.240	3,5	8,0	67,7	3,5	6,7	02/13
	FC.97	FK.241	1,7	8,9	58,0	4,5	10,6	02/10
	FC.97	FK.242	2,9	7,1	58,6	4,5	7,8	02/10,15
	FC.97	FK.257	1,3	6,3	70,4	4,0	7,5	02/13
	FC.97	FK.261	2,0	7,5	61,1	3,5	11,5	02/10
	FC.97	FK.270	3,6	8,1	55,1	3,0	10,9	02/10
	FC.97	FK.275	2,4	11,5	68,6	3,0	8,6	02/13
	FC.98	FK.183	3,7	6,6	61,1	4,0	6,9	02/13
	FC.98	FK.186	2,8	7,1	58,5	4,0	5,9	02/15
	FC.98	FK.187	3,6	7,4	66,6	5,0	7,4	02/10
	FC.98	FK.189	2,6	6,8	64,6	7,0	5,6	02/10,16
	FC.98	FK.190	2,4	8,1	67,0	5,5	10,9	02/10,15
	FC.98	FK.192	4,1	11,8	74,4	5,0	6,9	02/15
	FC.98	FK.205	3,5	6,6	72,8	4,0	5,8	02/10
	FC.98	FK.207	5,7	8,9	45,1	3,0	5,8	02/16
	FC.98	FK.209	5,4	7,9	70,8	7,0	5,8	02/16
	FC.98	FK.211	3,9	8,9	58,9	5,5	9,6	02/15
	FC.98	FK.214	4,9	5,4	71,2	4,0	6,0	02/10,16
	FC.98	FK.225	3,4	7,3	69,4	4,5	7,8	02/13
	FC.98	FK.230	5,5	5,4	63,5	7,5	7,7	02/15
	FC.99	FK.177	2,9	6,6	71,6	3,0	8,3	02/16
2/H.4342	FB. 897		10,7	14,9	76,2	0,0	11,2	02/13
3/H.4415	FA. 41		2,4	13,6	30,0	3,5	11,2	02/13

- 1/ H.4213: [CA - CV.4 x H.4001] H.4001: [Cat - CV.1 y 3 x Can - CV.5]
2/ H.4342: [(Cat x Can) EF.(2) x Cat] x Cat
3/ H.4415: CR - CV. x [(CA - CV.4 x BP.358 - EA.239)ED.14) x C]
4/ Escala de Eskes-Braghini (0 - 9)
5/ Media de cuatro cosechas (Kg de café cereza/planta/año)

ANEXO3. Genealogía, características de grano, producción e incidencia de roya en progenies de Caturra (Caturra x *C. canephora*)

Expto.	F3RC1	Características de grano(%)				Roya 2/		
		Vanos	Caracol	Supremo	Produc.1/	0	1 y 4	>4
MEG2/15	FK.1	3,4	9,3	78,5	4,7		19	1
	FK.2	4,3	8,6	78,7	4,5		20	.
	FK.5	4,5	7,9	79,8	5,6	1	19	
	FK.12	3,4	8,0	69,1	5,4		19	1
	FK.15	4,6	10,0	77,3	4,2		20	
	FK.16	2,6	7,9	78,4	5,8		20	
	FK.18	4,4	9,6	73,2	4,9	2	18	
	FK.19	4,3	7,8	76,1	5,0		20	
	FK.23	2,8	9,2	68,9	4,1		3	17
	FK.47	4,5	12,4	76,9	5,8	5	15	
	FK.67	3,0	9,4	78,5	5,2		16	3
	FK.80	3,7	9,9	70,1	3,9	1	19	
	FK.89	3,8	12,2	72,5	4,9		16	4
	FK.93	3,1	10,2	73,0	5,5		13	7
	FK.100	4,5	11,9	65,4	4,3		14	6
	FK.142	3,5	9,5	71,5	4,6		3	17
	FK.186	3,8	9,8	76,1	4,6		15	5
	FK.190	4,3	10,6	64,3	5,1		14	6
	FK.192	5,8	12,8	72,8	4,2		17	3
	FK.192	5,8	12,8	72,8	4,2		17	3
	FK.211	3,7	10,3	64,6	5,9		19	1
	FK.230	4,4	9,6	61,9	5,0	3	14	3
	FK.242	3,2	9,5	61,4	5,7		16	4
MEG2/16							20	
	FK.9	2,8	7,4	63,7	6,3		5	15
	FK.21	2,5	9,9	50,4	6,3		4	16
	FK.39	4,1	8,4	71,0	6,3		12	8
	FK.40	4,3	7,3	60,9	5,0		12	8
	FK.71	3,7	10,7	60,8	4,3		7	13
	FK.82	2,4	9,5	52,0	3,5		13	7
	FK.83	3,2	9,6	78,5	6,7		14	6
	FK.91	3,3	8,2	75,5	5,8			20
	FK.95	2,2	10,7	65,4	6,0		18	2
	FK.96	2,8	9,4	69,5	4,4		2	18
	FK.107	2,8	9,3	87,0	6,3		9	11
	FK.108	2,7	10,3	76,7	6,1		10	10
	FK.124	4,6	9,6	73,2	5,5			20
	FK.129	3,3	10,6	65,8	6,9		7	13
	FK.160	3,2	8,9	69,8	6,4		19	1
	FK.177	3,8	8,7	65,5	5,5		8	11
	FK.189	3,7	7,5	67,7	4,4			20
	FK.207	3,7	11,3	57,9	6,8			
								Continúa...

	FK.209	3,7	8,9	62,5	5,5		1	19
	FK.214	3,5	8,5	66,5	5,0		12	8
MEG2/10	FK.8	4,1	7,5	58,7	4,3	17	3	
	FK.12	4,7	7,3	43,3	5,7	16	4	
	FK.15	5,8	9,6	68,1	5,8	17	3	
	FK.16	3,9	7,1	56,7	5,4	15	5	
	FK.39	3,7	9,6	64,3	5,1	5	11	4
	FK.40	5,1	7,3	56,9	4,5	6	10	4
	FK.50	4,9	7,6	63,3	6,2	16	4	
	FK.74	4,8	9,6	72,1	5,7		7	13
	FK.80	4,1	9,5	63,7	6,2	2	13	5
	FK.104	4,2	9,2	66,6	4,8		14	6
	FK.105	5,1	11,4	71,5	7,7	6	13	1
	FK.139	4,8	10,7	69,9	6,7		11	9
	FK.160	3,9	10,1	65,6	6,4	6	12	2
	FK.187	5,4	7,9	55,8	5,6		15	5
	FK.189	5,0	9,6	49,8	4,2	2	14	4
	FK.190	4,4	9,1	53,8	6,4	7	11	2
	FK.205	3,5	7,1	58,1	5,3	20		
	FK.214	4,0	7,8	55,9	4,9	3	14	3
	FK.241	3,2	10,8	45,3	5,3		17	2
	FK.242	3,2	7,5	49,7	5,8		6	14
	FK.261	4,6	8,7	49,4	5,2	11	6	3
	FK.270	2,8	8,7	50,1	6,6		13	7
	FK.320	4,0	8,1	50,2	6,0		7	13
MEG2/13	FA. 41 /3	5,1	16,7	31,4	5,8	5	12	3
	FB.897/4	9,8	15,1	68,9	6,7		10	10
	FK.7	3,9	7,3	63,2	7,2		20	
	FK.16	4,2	8,5	71,0	8,0		19	1
	FK.17	4,4	7,7	53,2	7,0		17	3
	FK.18	3,7	8,3	54,6	7,1		20	
	FK.21	4,3	8,1	38,1	5,7		16	4
	FK.24	4,8	8,8	65,7	7,5	1	15	4
	FK.146	4,7	9,9	34,5	3,8		13	7
	FK.183	4,2	9,0	43,9	6,4		12	8
	FK.225	5,0	10,2	58,4	6,6		13	7
	FK.234	2,0	7,7	43,8	7,0		15	5
	FK.240	3,2	10,4	52,5	8,4		19	1
	FK.257	2,8	7,0	49,9	6,3		12	7
	FK.275	3,0	7,5	50,9	8,3		20	
	FK.300	4,5	8,3	68,5	7,6		20	

1/ Media (Kg de café cereza/planta/año)

2/ Escala de Eskes-Braghini (0 - 9)

/3 FIRC2

/4 FIRC1

ANEXO 4. Frecuencia de grupos fisiológicos en progenies F4RC1 de Cat (Cat x *C. canephora*), desarrolladas en Cenicafé, e inoculadas en el CIFC, con la colección de razas de *Hemileia vastatrix*.

Progenitor F3 RC1	N° plantas F4 RC1	N° plantas F5 RC1 inoculadas	Grupos fisiológicos			
			A	%	E	%
FK.1	5	338	337	99,7	1	0,3
FK.2	6	228	228	100,0	0	0,0
FK.5	6	231	225	97,4	6	2,6
FK.9	5	233	229	98,3	4	1,8
FK.12	2	149	149	100	0	0,0
FK.15	5	236	233	98,7	3	1,3
FK.16	7	684	682	99,7	2	0,3
FK.18	9	683	683	100	0	0,0
FK.19	12	1263	1263	100	0	0,0
FK.21	3	112	72	64,3	40	35,7
FK.23	1	37	37	100	0	0,0
FK.39	5	206	98	47,6	108	52,4
FK.40	3	117	15	12,8	102	87,2
FK.47	12	982	980	99,8	2	0,2
FK.67	7	539	518	96,1	21	3,9
FK.71	4	164	79	48,2	85	51,8
FK.80	7	387	312	80,6	75	19,4
FK.82	2	89	16	18,0	73	82,0
FK.83	5	235	141	60,0	94	40,0
FK.89	2	145	33	22,8	112	77,2
FK.91	5	205	110	53,7	95	46,3
FK.93	7	415	340	81,9	75	18,1
FK.95	3	121	46	38,0	75	62,0
FK.96	4	162	95	58,6	67	41,4
FK.100	5	231	225	97,4	6	2,6
FK.107	5	214	110	51,4	104	48,6
FK.108	3	131	65	49,6	66	50,4
FK.129	3	137	31	22,6	106	77,4
FK.142	9	691	542	78,4	149	21,6
FK.160	4	176	74	42,0	102	58,0
FK.177	5	197	66	33,5	131	66,5
FK.186	10	569	531	93,3	38	6,7
FK.190	5	261	251	96,2	10	3,8
FK.192	6	374	286	76,5	88	23,5
FK.207	3	126	39	31,0	87	69,0
FK.209	4	164	79	48,2	85	51,8
FK.211	3	152	147	96,7	5	3,3
FK.214	5	197	66	33,5	131	66,5
FK.230	12	789	772	97,8	17	2,2
FK.242	1	136	136	100	0	0,0
Total 40	210	12.506	10.341	82,7	2.165	17,3