

EVALUACION AGRONOMICA DE HIBRIDOS DE CAFE INTRODUCIDOS A COLOMBIA 1/

Jaime Castillo-Zapata*

RESUMEN

El suministro de materiales resistentes a *Hemileia vastatrix* para países cultivadores de café es una efectiva forma de colaboración científica practicada por el Centro de Investigaciones de las Royas del Cafeto (CIFIC) de Portugal. Los híbridos sintetizados en esta institución son de particular interés, pues involucran germoplasma de fuentes y orígenes muy diversos, de los cuales se espera la generación de abundante variación genética. En el presente trabajo se analizan 38 progenies de 18 híbridos introducidos a Colombia desde el CIFIC. De ellas 26 fueron objeto de selección en CENICAFE. El análisis de la producción y su variación indica que es factible la selección de materiales tan productivos como las variedades testigo, pero es poco probable sobrepasar este nivel. Los granos anormales constituyen un obstáculo mayor para la obtención de materiales agrónomicamente superiores. Entre ellos, los granos caracoles son el defecto más importante, pues aparecen en niveles altos en los materiales introducidos y en ciertas progenies la variación es reducida. No obstante, un número considerable de éstas tiene variación suficiente para una selección eficaz. Los granos vanos siguen en orden de importancia. Alcanzan elevados porcentajes en los materiales directamente introducidos, pero en los que fueron seleccionados previamente, una alta proporción de las progenies aparece libre del defecto. Una estrecha correlación entre el vaneamiento de los progenitores y la media de su progenie indica una heredabilidad alta, que permite la selección efectiva, especialmente en el 40% de las progenies, que presenta amplia variación. En 26 de las progenies la falsa poliembriónia presentó niveles inferiores al 1,2%, similares a los de los testigos. En 11 progenies los porcentajes fueron moderadamente superiores (3,2 a 1,8%), lo que indica la necesidad de selección adicional. El tamaño de grano constituye un problema menor, ya que el 80% de las progenies tuvo tamaño mediano o grande. La correlación entre progenitor y progenie fue también muy estrecha. La necesidad de seleccionar por numerosas características, muchas no discutidas en este artículo, reduce drásticamente la proporción de árboles elegibles. El pequeño número de líneas finalmente escogidas sugiere la necesidad de emplear el método de retrocruces, con el fin de incrementar en forma considerable el número de árboles que combine las buenas características agronómicas con la resistencia a las pestes y con otras cualidades deseables derivadas del germoplasma introducido.

SUMMARY

CASTILLO Z., J. Agronomic evaluation of coffee hybrids introduced to Colombia. Cenicafé (Colombia) 35(1):9-25. 1984.

The supply of leaf rust resistant materials to coffee producing countries is an effective mode of scientific cooperation which has been actively practiced by the CIFIC at Portugal. The hybrids synthesized by this Institute deserve special interest because they gather germplasm from different sources and origins, from which abundant genetic variation is expected to originate. Thirty eight progenies from 18 hybrids introduced to Colombia from CIFIC were analysed. Twenty six of them were selected at Cenicafé, before the establishment of the experiment at a previous generation. Yield and variation analyses indicate that it is possible to select materials as good yielding as the check varieties, but there is little probability of exceeding this level. Abnormal seeds are a major difficulty in selecting superior materials. Peaberries are the most important defect, since they occur in high amounts in all introduced hybrids, and small variation is observed in numerous progenies. However, a significant portion of these have enough variation for an effective selection. Empty seeds follow in importance. They reach high percentages in the directly introduced hybrids, but in those previously selected in Colombia most progenies were free of this defect. A close correlation of the mean progeny over the parent indicates good heritability for empty seeds, which allows for effective selection, especially in the 40% progenies which display wide variation. In 26 progenies polyspermy (false polyembryony) was observed at very low percentages, similar to those typical for the check varieties (1,2% or less). Moderately higher

1/ Trabajo presentado en el Simposio sobre Royas del Cafeto. Oeiras, Portugal, octubre de 1983.

* Jefe de la Sección de Fitomejoramiento del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

proportions (1,8 to 3,2%), noticed in 11 progenies, indicate the need for additional selection. Seed size constitutes a minor problem, since 80% of the progenies have medium to large seeds. The correlation of parent-progeny was also strong. The need of selecting for numerous characteristics, many of which were not discussed here, drastically reduces the proportion of eligible plants. The reduced number of final selections, suggests the use of the backcross method, in order to increase, in the segregating generations, the amount of plants which combine good agronomic characteristics with pest resistance and other desirable traits, derived from the introduced germplasm.

Additional Key Words: *Hemileia vastatrix*. Resistant materials.

INTRODUCCION

Los híbridos estudiados en este trabajo, sintetizados por el Centro de Investigaciones de las Royas del Cafeto (CIFC) de Portugal, reúnen germoplasma de muy diferentes orígenes: materiales silvestres de Etiopía, selecciones mejoradas en estaciones experimentales del Africa y del Asia, híbridos interespecíficos y cultivares comerciales de conocida productividad y calidad del grano. Puede esperarse que los híbridos formados a partir de estos progenitores, en las generaciones segregantes, den origen a una amplia diversidad genética de gran importancia para la obtención de resistencia a la roya. No solo se provoca la recombinación de factores de resistencia que portan los materiales citados (SH1, SH2, SH3, SH4 de *Coffea arabica* y SH6, SH7, SH8, SH9 y otros más, provenientes del Híbrido de Timor), sino de las diferentes bases genéticas cuantitativas, que normalmente acompañan estos factores.

Esta variación puede contribuir a la obtención de resistencia estable. Nelson (8) opina que el efecto de los llamados genes mayores y menores depende de la base genética en que operan y de sus interacciones con otros genes mayores. Vanderplank (9) ha llegado a identificar ciertas combinaciones de genes mayores que producen resistencia estable en algunas regiones, pues las razas patogénicas complementarias no se adaptan, o se reproducen mal, en determinadas condiciones ambientales.

El estudio de materiales de este tipo es, pues, de innegable interés. En el presente trabajo se evalúa la producción, la variabilidad y algunos caracteres de grano de 38 progenies de híbridos introducidos. Se identifican además los principales problemas involucrados en su selección.

MATERIALES Y METODOS

Se analizaron seis progenies F2, 14 F3 y 18 F4, de 18 híbridos introducidos a Colombia desde el CIFC de Portugal. Detalles de la genealogía de las diferentes progenies se encuentran en el Apéndice 1. Pero para facilitar la consulta del trabajo se clasifican los materiales en los cuatro grupos siguientes de cruzamientos:

1, Cruzamientos del Híbrido de Timor (H de T) por selecciones de origen etíope:

No. de Colombia	Cruzamiento
CCC 591	Wush - Wush x H. de T.
CCC 639	Wush - Wush x H. de T.
CCC 641	Dilla & Alghe x H. de T.
CCC 642	Eritrean Moca x H. de T.

2. Cruzamientos del Híbrido de Timor por cultivares seleccionados en diversos países:

No. de Colombia	Cruzamiento
CCC 593	F-840 x H. de T.
CCC 600	Blue Mountain x H. de T.
CCC 640	K. 7 x H. de T.
CCC 646	Villa Sarchi x H. de T.
CCC 1039	Villa Sarchi x H. de T.

3. Cruzamientos múltiples y retrocruces que incluyen selecciones locales de varias procedencias y el híbrido de Timor.

No. de Colombia	Cruzamiento
CCC 644	SL. 14 x (Caturra x H. de T.)
CCC 645	SL. 28 x (Caturra x H. de T.)
CCC 647	(Borbón x RP. 13) x (Caturra x H. de T.)

4. Cruzamientos entre selecciones regionales con resistencia a *Hemileia vastatrix* hechas en diversos países.

No. de Colombia	Cruzamiento
CCC 592	Dilla & Alge x BA 16
CCC 594	Kaffa x Dilla & Alghe
CCC 595	Wush - Wush x S 288
CCC 597	Dilla & Alghe x K7
CCC 598	KP. 423 x Kaffa
CCC 599	Borbón x Kaffa
CCC 638	S 333 x Kaffa

Como testigos se emplearon los cultivares Amarillo Chinchiná (Borbón) y Caturra.

El Híbrido de Timor es un cruzamiento natural de las especies *C. arabica* y *C. canephora*, cuya condición tetraploide ($2n = 44$) y regularidad meiótica permiten su fácil cruzamiento con variedades de café arabigo. Se trata de un material portador de resistencia a *Hemileia vastatrix*, *Colletotrichum coffeanum* y probablemente a nemátodos y otras plagas (1).

Las selecciones etíopes (Dilla & Alghe, *Eritrean* Moca, Kaffa y Wush - Wush) son materiales semisilvestres portadores de los factores de resistencia a *Hemileia vastatrix* SH1 y SH4 (4).

Las selecciones S 228, S 333 y BA 16 fueron obtenidas en la India a partir de cruzamientos de *C. arabica* x *Coffea liberica* y son portadoras de los factores de resistencia SH2 y SH3 (7).

Por su parte las selecciones KP 423, F 840 y K7 fueron obtenidas en el Africa Oriental a partir del café Kent originario de la India y poseen el gen de resistencia SH2 (4, 5).

Los cultivares SL 14 y SL 28 fueron obtenidos en Kenia como resistentes a la sequía. Presentan grano de alta calidad (5).

Las selecciones americanas Borbón, Blue Mountain, Caturra y Villa Sarchi son cultivares comerciales en varios países. Los dos últimos tienen porte bajo (6). El híbrido Borbón x RP 13 parece originario de Angola (4).

Diseño experimental.

Los tres experimentos analizados (75/7, 74/2 y 74/11) tenían un diseño de surcos al azar con 8, 9 y 10 plantas por surco, respectivamente; la distancia de siembra fue de 2,5 x 1,5 metros. El cultivo se hizo sin sombrero, con aplicaciones anuales de dos toneladas de fertilizante. Las plantas se mantuvieron a libre crecimiento durante tres cosechas y luego se descoparon a 2 y 2,5 metros, cuando son de porte bajo (tipo Caturra) o porte alto, respectivamente.

Análisis estadístico.

Se analizó el total recolectado en cinco cosechas, pero la primera fue muy pequeña en relación a las demás, pues corresponde a pocos meses de recolección.

Tipo de grano.

Los porcentajes de granos anormales (vanos, caracoles y falsa poliembrónia) y el tamaño

de grano se apreciaron en tres muestras por año, tomadas durante dos cosechas. Para los granos anormales la muestra fue de 400 semillas y para el tamaño de grano fue de 100 gramos de café almendra seco a 11^o/o de humedad.

RESULTADOS

Producción y variación.

Como se observa en las tablas 1, 2 y 3, una proporción relativamente alta (41^o/o), de las progenies estudiadas, tuvo producciones similares a los cultivares comerciales y solo una (CCC 646, Villa Sarchi x H. de T.) superó la producción de la variedad Caturra, en el ensayo 74/11. Al observar la genealogía de las progenies de producción comparable a la de Caturra, se comprueba que doce (75^o/o) de ellas corresponden a cruzamientos de variedades comerciales seleccionadas, de muy diferente origen, con el Híbrido de Timor. Las cuatro restantes corresponden a otros tantos cruzamientos de materiales etíopes con otras selecciones.

Las 22 progenies de baja producción tienen rendimientos relativos inferiores a 79^o/o. De ellas, siete muestran productividad muy baja, inferior a 70^o/o, que es el límite aceptable para variedades comerciales y que corresponde al nivel productivo de la variedad Típica. Tres de estas progenies se derivan del Híbrido CCC 593 (F 840 x H. de T.) y las cuatro restantes pertenecen a diferentes cruzamientos.

En el 34^o/o de las progenies se notó una variación interna (varianza de árboles en parcelas) superior a la observada en las variedades comerciales, pero entre ellas solo cuatro combinan producción y variación elevadas. En el resto, las altas varianzas corresponden a producciones bajas. Por esta razón su porcentaje de árboles muy productivos es reducido.

En el ensayo 74/11 se separaron los árboles de porte bajo (tipo Caturra) y de porte alto. Estos últimos mostraron producción estadísticamente superior a los de porte bajo.

Granos anormales.

En las tablas 4, 5 y 6, se presentan los porcentajes medios, el intervalo de variación y la proporción (porcentaje) de árboles seleccionables en cada una de las progenies estudiadas. Los niveles máximos aceptables escogidos para los granos monstruos, vanos y caracoles fueron 1,2^o/o, 5^o/o y 10^o/o respectivamente. El nivel mínimo para el grano grande fue 50^o/o.

TABLA 1.- PRODUCCION Y VARIACION EN PROGENIES F3 DE HIBRIDOS INTRODUCIDOS DEL CIFC A COLOMBIA, ESTUDIADOS EN EL EXPERIMENTO 74/2.

Tratamiento No. de colección en Colombia	Kg/árbol (1)	Producción relativa % 0/0	Varianza (2)	No. árboles productivos (3)
CCC 639	31,3	95,4	36,83	11
CCC 643	26,8	81,7	60,61*	11
CCC 641	24,0*	73,2	32,07	0
CCC 640	28,6	87,2	70,95*	17
CCC 638	29,3	89,3	57,12*	4
CCC 642	25,5**	77,7	39,25	6
Testigo: (4)				
CCC 138	32,8	100,00	24,55	11

(1) Kilogramos de frutos maduros por árbol, acumulados en cinco cosechas.

(2) Varianza de árboles en parcela.

(3) Producción mayor a 20⁰/o sobre el promedio del testigo Amarillo Chinchiná.

(4) Testigo: Selección Amarillo Chinchiná.

** , * : Diferencias significativas (P: 0,01 y 0,05) con la producción media y la varianza del testigo.

TABLA 2.- PRODUCCION Y VARIACION EN PROGENIES F2 DE HIBRIDOS INTRODUCIDOS DEL CIFC, ESTUDIADOS EN EL EXPERIMENTO 74/11, EN CENICAFE, COLOMBIA.

Tratamiento No. de colección en Colombia	Tipo de árbol					
	Porte bajo				Porte alto	
	Kg/árbol (1)	Producción relativa % 0/0	Varianza (2)	N (3)	Kg/árbol (1)	N (3)
CCC 644	21,9	96	18,4	21	22,8	7
CCC 645	23,0	100	18,4	10	26,1	9
CCC 646	27,9**	122	26,1	9	29,6	5
CCC 647	23,1	101	23,2	20	26,3	14
CCC 648	24,9	109	15,1	25	27,4	10
CCC 1039	23,4	102	25,3	30	25,5	7
Testigo: (4)						
CCC 135	22,9	100	15,9	20	—	—

(1) Kilogramos de café maduro por árbol, acumulado en cinco cosechas.

(2) Varianza de árboles en tratamiento.

(3) Número de árboles por tratamiento.

(4) Testigo: Caturra Rojo.

** Diferencia significativa con el testigo, con P: 0,01.

TABLA 3.- PRODUCCION Y VARIACION DE PROGENIES F3 Y F4 DE HIBRIDOS INTRODUCIDOS DEL CFC, ESTUDIADOS EN EL EXPERIMENTO 75/7, DE CENICAFE, COLOMBIA.

No. colección en Colombia	Progenie	Generación estudiada	Kg café maduro	Producción relativa 0/o	Varianza (1)	Arboles muy productivos 0/o (2)
CCC 599	1464	F4	48,3	88	69,6	33
"	1473	"	41,4**	76	137,3*	19
"	1482	"	40,5**	74	70,4	0
"	1500	"	46,9	86	42,1	19
"	1505	"	35,1**	64	58,0	0
CCC 600	1533	F3	44,5	81	58,2	13
"	1535	"	39,6**	72	77,2	0
"	1539	"	38,8**	71	176,0**	13
CCC 594	1994	F4	40,1**	73	54,2	6
"	1999	"	41,8**	76	59,6	0
"	2029	"	34,2**	62	46,5	0
CCC 595	1805	F4	40,6**	74	118,5*	0
"	1807	"	48,5	89	121,7*	20
"	1819	"	39,9**	73	85,3	20
CCC 591	1902	F3	39,2**	72	129,6*	13
"	1910	"	41,3**	75	55,3	0
"	1933	"	28,1**	51	62,3	0
CCC 593	1974	F4	35,1**	64	161,4	4
"	1975	"	29,3**	54	123,0*	0
"	1989	"	27,2**	50	91,0	0
CCC 592	1950	F3	42,9**	78	86,9	13
"	1955	"	43,5	79	80,0	13
CCC 597	1858	F4	40,5**	74	119,1*	6
"	1869	"	33,7**	62	106,5*	6
"	1877	"	43,7	80	62,5	6
CCC 598	1459	F4	42,2**	77	107,8*	13
Testigos						
CCC 728	Mundo Novo		53,7	98	29,4	50
CCC 138	Amarillo Chinchiná		55,9	102	31,2	63
	Promedio		54,8	100	30,3	
CCC 135	Caturra rojo		38,4**	70	60,0	0
CCC 729	Catuai rojo		41,2**	75	96,2	13
CCC 730	Catuai amarillo		37,0**	68	17,8	0
	Promedio		38,9	71	58,0	

(1) Varianza de árboles en parcela.

(2) Arboles con producción igual o mayor al promedio de las variedades Mundo Novo y Amarillo Chinchiná (54,8 kg).

*, **: Diferencias significativas (P:0,01 y P:0,05) con la producción media y la varianza del testigo (54,8 y 30,3)

TABLA 4.- PORCENTAJE MEDIO, INTERVALO DE VARIACION, PROPORCION DE ARBOLES ELEGIBLES PARA GRANOS VANOS, CARACOLES Y TAMAÑO DE GRANO, DE MATERIALES HIBRIDOS INTRODUCIDOS DEL CIFC, QUE FUERON ESTUDIADOS EN EL EXPERIMENTO 74/2 DE CENICAFE, COLOMBIA.

No. colección Colombia	Granos vanos			Granos caracoles			Grano mayor de 17/64"		
	\bar{X}	Intervalo	Arboles seleccionados %/o	\bar{X}	Intervalo	Arboles seleccionados %/o	\bar{X}	Intervalo	Arboles seleccionados %/o
CCC 639	16	49 - 3	16	19	32 - 10	0	57	73 - 31	27
CCC 643	24	53 - 1	13	25	55 - 11	0	59	83 - 26	54
CCC 641	8	22 - 1	44	11	23 - 7	41	67	81 - 9	67
CCC 640	10	28 - 3	18	15	25 - 9	6	68	86 - 45	82
CCC 638	10	42 - 2	31	16	41 - 9	15	68	82 - 32	70
CCC 642	18	64 - 3	27	18	29 - 9	7	67	87 - 51	73
Testigo :									
CCC 138	4	7 - 1	85	10	13 - 7	41	64	75 - 39	19

TABLA 5.- PORCENTAJE MEDIO, INTERVALO DE VARIACION Y PROPORCION DE ARBOLES SELECCIONABLES PARA GRANOS VANOS, CARACOLES Y TAMAÑO DE GRANO, DE MATERIALES HIBRIDOS INTRODUCIDOS DESDE EL CIFC, QUE FUERON ESTUDIADOS EN EL EXPERIMENTO 74/11 DE CENICAFE, COLOMBIA.

No. colección Colombia	Granos vanos			Granos caracoles			Grano mayor de 17/64"		
	\bar{X}	Intervalo	Arboles seleccionados %/o	\bar{X}	Intervalo	Arboles seleccionados %/o	\bar{X}	Intervalo	Arboles seleccionados %/o
CCC 644	4	8 - 0	70	12	18 - 6	40	67	82 - 39	63
CCC 645	17	53 - 5	15	11	22 - 6	50	63	81 - 46	55
CCC 646	15	45 - 2	39	13	24 - 3	25	69	84 - 32	81
CCC 647	17	43 - 2	8	15	23 - 7	14	68	88 - 22	75
CCC 648	13	38 - 4	20	13	25 - 6	20	62	86 - 21	45
CCC1039	19	45 - 5	16	16	23 - 5	5	71	82 - 51	84
Testigo:									
Caturra									
CCC 135	5	11 - 2	63	8	14 - 6	89	52	71 - 32	5

TABLA 6.- PORCENTAJE MEDIO, INTERVALO DE VARIACION Y PROPORCION DE ARBOLES SELECCIONABLES PARA GRANOS VANOS CARACOLES Y TAMAÑO DE LA SEMILLA, DE MATERIALES HIBRIDOS INTRODUCIDOS DESDE EL CIFC QUE FUERON ESTUDIADOS EN EL EXPERIMENTO 75/7 DE CENICAFE, COLOMBIA.

No. de colección Colombia	Progenie	Generación estudiada	Granos vanos (0/o)			Granos caracoles (0/o)			Grano mayor a 17/64" (0/o)		
			\bar{X}	Intervalo	Arboles seleccionados (0/o)	\bar{X}	Intervalo	Arboles seleccionados (0/o)	\bar{X}	Intervalo	Arboles seleccionados (0/o)
CCC 599	1464	F4	5	13 - 2	63	11	17 - 8	44	46	64 - 4	0
"	1473	"	4	5 - 1	94	11	17 - 7	50	39	63 - 16	0
"	1482	"	5	7 - 2	56	10	14 - 6	50	58	79 - 26	1
"	1500	"	6	9 - 3	44	9	13 - 6	59	33	56 - 16	0
"	1505	"	6	10 - 2	44	11	16 - 6	19	47	71 - 19	6
CCC 600	1533	F3	5	23 - 2	98	11	16 - 8	50	81	95 - 22	94
"	1535	"	3	5 - 1	100	12	15 - 8	25	82	93 - 64	81
"	1539	"	4	7 - 2	81	14	21 - 8	25	63	75 - 46	31
CCC 594	1994	F4	3	7 - 1	80	12	18 - 5	13	33	80 - 10	7
"	1999	"	3	8 - 1	88	12	20 - 5	38	25	46 - 3	0
"	2029	"	4	8 - 1	87	12	14 - 7	20	35	70 - 13	1
CCC 595	1805	F4	13	39 - 1	19	18	35 - 15	0	66	81 - 42	44
"	1807	"	4	7 - 2	88	10	17 - 5	40	66	83 - 22	40
"	1819	"	12	40 - 1	38	19	35 - 11	0	68	84 - 58	75
CCC 591	1902	F3	22	57 - 5	0	18	32 - 11	0	56	78 - 12	19
"	1910	"	11	32 - 4	13	11	16 - 8	38	63	85 - 41	31
"	1933	"	11	39 - 2	13	15	26 - 6	13	59	91 - 40	31
CCC 593	1974	F4	4	7 - 2	82	14	28 - 7	21	78	92 - 33	88
"	1975	"	3	8 - 1	91	13	26 - 9	23	73	92 - 39	64
"	1989	"	6	41 - 1	77	11	19 - 6	50	70	88 - 54	59
CCC 592	1950	F3	12	39 - 1	63	13	22 - 9	13	65	87 - 17	44
"	1955	"	12	37 - 1	31	15	22 - 8	19	63	86 - 29	44
CCC 597	1858	F4	3	6 - 2	100	12	15 - 9	13	79	93 - 59	81
"	1869	"	3	7 - 1	87	14	24 - 9	13	65	88 - 50	60
"	1877	"	21	40 - 2	13	13	22 - 9	13	75	86 - 59	81
CCC 598	1459	F4	17	48 - 4	13	12	18 - 7	21	46	72 - 22	4
Testigos:											
	CR y Catuai		4	9 - 1	81	8	10 - 6	72	50	72 - 26	13
	Mundo Novo		3	5 - 2	100	6	8 - 5	100	58	64 - 45	0
	Amarillo Chinchiná		5	11 - 3	63	8	9 - 7	100	69	77 - 63	38

Granos caracoles.

Este es el defecto más frecuente en los materiales híbridos introducidos. Solo se observan tres progenies con porcentajes medios inferiores a 11⁰/o. Por otra parte, los porcentajes medios no son demasiado elevados, pues solo superan el nivel del 15⁰/o en ocho progenies, pero en ellas el número bajo de árboles seleccionables (con porcentaje inferior a 10⁰/o, nivel similar al de las variedades comerciales) indica la importancia real de este defecto.

Por otra parte, en 20 progenies (53⁰/o) la proporción de árboles seleccionables es baja (menos del 20⁰/o). Aunque la amplitud de los intervalos de variación indica mayor variabilidad que en los testigos para la mayoría de las progenies, los niveles inferiores del intervalo sugieren que en 19 progenies las posibilidades de selección son reducidas.

Por otra parte, 10 progenies, presentan porcentajes medios moderados de este defecto (alrededor del 11⁰/o) y una proporción elevada (más de 40⁰/o) de árboles seleccionables. Estas progenies tienen las mejores posibilidades de selección y pertenecen a siete de los híbridos estudiados.

A juzgar por los materiales estudiados en el experimento 75/7, este carácter presenta menos heredabilidad que los granos vanos. La correlación entre progenitores y progenie fue de 0,547** con $R = 0,30$.

Granos vanos.

En los materiales directamente introducidos a Colombia (Experimentos 74/2 y 74/11) los porcentajes de este tipo de grano son altos (8 a 15⁰/o) o muy altos (superiores a 15⁰/o). Solo una progenie tuvo un comportamiento excepcional: CCC 644: SL 14 (CR x H. de T.), prácticamente homogénea por bajo vaneamiento.

Por otra parte, en las progenies obtenidas en Colombia a partir de los materiales introducidos (experimento 75/7), 17 de 26 progenies (65⁰/o) tienen bajas proporciones de granos vanos y 13 de éstas son homogéneas. Tal diferencia se debe a la selección efectuada, como se deduce de la estrecha correlación observada entre los porcentajes correspondientes a los progenitores y el porcentaje medio de sus progenies ($r = 0,707$ y $R = 0,64$).

En cuanto a la variabilidad, se observa que, siete progenies con porcentajes altos (8 a 15⁰/o) tienen un amplio intervalo de variación y una proporción mediana de árboles seleccionables (30 - 60⁰/o). En contraste, 13 progenies con porcentajes de vaneamiento muy altos son bastante homogéneas y presentan escasas posibilidades de selección.

En resumen, los materiales valiosos están constituídos, por 18 progenies homogéneas con bajos porcentajes de vaneamiento y siete progenies con amplia variación que permiten la selección posterior.

Falsa poliembrionía.

Los porcentajes de este defecto fueron muy bajos en las variedades testigos y generalmente inferiores a 1^o/o. En la tabla 7 se presentan los porcentajes de 11 progenies con proporciones ligeramente mayores y una progenie (CCC 645), SL 28 (CR x H. de T.) con un porcentaje anormalmente alto. La mayoría de las progenies presentan escasa variación utilizable en la selección, como se deduce del porcentaje de árboles elegibles.

Tamaño de grano.

Para efectos prácticos pueden clasificarse las progenies estudiadas en cuatro categorías, de acuerdo con su porcentaje de grano grande (superior a 17/64 de pulgada), como se aprecia en la tabla 8.

Las nueve progenies que presentan grano grande tienen un progenitor con esta característica: Blue Mountain, F 840 y K 7. Por otra parte, las cinco progenies con grano muy pequeño, provienen de cruzamientos (CCC 594 y CCC 599) que incluyen la selección Kaffa, de grano pequeño (3). Sin embargo, dos híbridos en que también intervino esta selección como progenitor no presentan tal característica (CCC 638 y CCC 598).

De las 38 progenies 21 (55^o/o) tienen tamaño mediano, y solo tres progenies tienen grano pequeño, similar al del café Borbón.

Seis de las nueve progenies de grano grande son homogéneas, como lo indica el alto porcentaje de árboles seleccionables, aunque en ciertos casos el intervalo de variación es muy amplio.

En las progenies de grano pequeño se observan similarmente intervalos muy amplios, pero el número de árboles seleccionables es insignificante, lo que sugiere también una marcada homogeneidad.

La mayoría de las progenies de grano mediano son muy variables, pues en ellas se combinan los amplios intervalos y porcentajes medianos (40 a 70^o/o) de árboles seleccionables. Cinco de estas progenies con el mayor tamaño de grano dentro de su categoría son homogéneas.

TABLA 7.- PORCENTAJES MEDIOS DE FALSA POLIEMBRIONIA (GRANOS MONSTRUOS) EN 12 PROGENIES DE HIBRIDOS INTRODUCIDOS A COLOMBIA DEL CIFC, QUE PRESENTAN PORCENTAJES MAYORES QUE EL TESTIGO.

No. de Colombia	Progenie y generaci3n estudiada	Porcentaje promedio	Intervalo	Arboles seleccionables (0/o) *
CCC 593	1975 (F4)	1,68	4,8 - 0,2	30
CCC 592	1955 (F3)	3,03	5,9 - 0,3	19
CCC 599	1464 (F4)	3,10	6,6 - 0,8	6
CCC 599	1473 (F4)	1,43	3,1 - 0,3	31
CCC 599	1482 (F4)	1,53	5,4 - 0,3	50
CCC 599	1500 (F4)	1,41	3,2 - 0,6	13
CCC 599	1505 (F4)	2,58	5,1 - 0,9	6
CCC 591	1902 (F3)	1,84	4,6 - 0,8	19
CCC 591	1933 (F3)	2,26	4,8 - 0,3	25
CCC 595	1805 (F4)	3,23	11,5 - 0,0	25
CCC 595	1807 (F4)	1,95	11,0 - 0,5	40
CCC 645	1 (F2)	11,00	27,5 - 1,3	0

* Con porcentaje inferior a 1^oo.

TABLA 8.- CLASIFICACION DE PROGENIES F2 Y F3 DE HIBRIDOS INTRODUCIDOS DEL CIFC A COLOMBIA, DE ACUERDO CON SU PORCENTAJE DE GRANO GRANDE (TAMAÑO SUPERIOR A 17/64").

Clase de grano	Porcentaje de grano grande	No. de progenies	Porcentaje
Grande	Más de 68 ^o /o	9	24
Mediano	Entre 55 y 67 ^o /o	21	55
Pequeño	Entre 40 y 54 ^o /o	3	8
Muy pequeño	Menos de 40 ^o /o	5	13
	S u m a	38	100

Selección por varias características.

La incidencia de las características consideradas en la cantidad de plantas seleccionables se aprecia en la tabla 9. El número total de árboles estudiados en los tres experimentos fue de 707. La selección por alta producción (mayor o igual a la de las variedades testigos) reduce el número a 147.

La selección adicional por granos caracoles rebaja los árboles seleccionables a 35 (5,2^o/o) y al considerar los granos vanos y la falsa poliembrionía se obtienen porcentajes de 2,40/o y 2^o/o, respectivamente. Finalmente, la selección por tamaño de grano reduce el número de árboles a ocho, es decir a un 1,1^o/o.

DISCUSION

En los materiales estudiados parece poco probable la obtención de selecciones con productividad superior a la correspondiente a las variedades testigo, Borbón y Caturra. En cambio, es factible la obtención de progenies tan productivas como estas variedades. Así lo indica el hecho de que el 39^o/o de los materiales presente una producción de este nivel y una variación interna también similar a la de las variedades. Además, las altas varianzas observadas en algunos materiales están por lo general asociadas con bajas producciones y, en las pocas excepciones en que se combina la alta variación con elevada productividad, el número de árboles sobresalientes es reducido.

Se destaca el hecho de que el Híbrido de Timor, usado como progenitor de muchos cruzamientos, tenga una clara tendencia a producir descendientes de alta productividad, aunque en ciertas combinaciones la producción es baja.

Las semillas anormales constituyen un problema de mayor interés para la selección. Se destacan los granos caracoles, pues, con excepción de una progenie, los materiales estudiados tienen proporciones medias superiores a 10^o/o, nivel máximo aceptable para las variedades comerciales; sin embargo, en diez progenies con porcentajes medianos y amplia variación, es posible seleccionar progenies libres de este defecto. En el resto de los materiales el número de árboles libre de este defecto es bajo.

Este tipo de grano tiene especial importancia para el mejoramiento de los materiales híbridos porque según Carvalho y Mónaco indica inviabilidad del gameto femenino (2), a juzgar por su incidencia en líneas isogénicas y en árboles tratados con agentes mutagénicos.

TABLA 9.- EFECTO DE LA SELECCION SIMULTANEA POR CINCO CARACTERISTICAS SOBRE EL NUMERO DE ARBOLES ESCOGIDOS.

Características consideradas	No. de árboles seleccionados	Porcentaje
Producción (P)	147	21,0
P + Granos caracoles (C)	37	5,2
P + C + Granos vanos (V)	17	2,4
P + C + V + Falsa poliembrionía (F)	14	2,0
P + C + V + F + grano grande (G)	8	1,0
Número total de árboles	707	100

Los granos vanos siguen en importancia ya que presentan una pérdida efectiva de productividad. Alcanzan niveles altos en los híbridos, pero la selección puede reducir rápidamente su frecuencia, como lo indica la alta proporción de progenies con reducido porcentaje de granos vanos que se observa en el experimento 75/7 y la estrecha correlación entre progenitores y su descendencia.

Se puede esperar la selección de buenos materiales en 13 progenies que presentan bajos porcentajes de este defecto y en siete progenies con alta variación y elevado número de árboles elegibles.

La falsa poliembrionía (granos monstruos) constituye un defecto importante en la comercialización del café, pues en la trilla da lugar a pequeñas conchas y granos de forma irregular, que significan pérdidas del rendimiento. En los materiales estudiados este defecto alcanza porcentajes muy bajos, generalmente inferiores a 1^o%. Sin embargo, se sospecha que esta baja proporción general se debe a influencia ambiental; por lo cual, porcentajes relativamente bajos (entre 1,4 y 3,2^o%), que se observan en algunas progenies, deben tomarse con cautela ya que pueden ser indicativos de que en otros ambientes los porcentajes alcancen niveles de importancia económica.

El tamaño de grano no constituye un obstáculo para la selección. Una amplia proporción (80^o%) de las progenies presenta grano mediano o grande, similar al de las variedades comerciales. La influencia de algunos progenitores en su descendencia es notable. Se observó también una alta correlación entre progenitor y progenie en los materiales que fueron seleccionados previamente.

Al considerar la selección simultánea por todas las características estudiadas en el trabajo, se concluye que son muy pocas las progenies seleccionables directamente en estos mate-

riales. Por otra parte, al estudiar individualmente las características se observa que existe variación suficiente para efectuar buenas selecciones. Esto sugiere la necesidad de un ciclo adicional de retrocruces a las variedades comerciales, y la selección, en la siguiente generación segregante, de numerosas plantas con las características deseadas.

BIBLIOGRAFIA

1. BETTENCOURT, A. J. Considerações gerais sobre o "Híbrido de Timor". Campinas, Instituto Agronomico, 1973. 20 p. (Circular No. 23).
2. CARVALHO, A. and MONACO, L. C. The breeding of arabica coffee. In: Ferwerda, F. P. and Wit, F., eds, Outlines of perennial crop breeding in the tropics, Wageningen, H. Veenman & Zonen, 1969. pp. 198-216. (Miscellaneous papers No. 4).
3. CASTILLO Z., J. Producción y características de grano de germoplasma de café introducido a Colombia. Cenicafé (Colombia) 26(1):3-28. 1975.
4. CENTRO DE INVESTIGACAO DAS FERRUGENS DO CAFEEIRO, Oeiras (Portugal) Progress report 1960-1965. Oeiras, CIFC, 1965. 144 p.
5. JONES, P. A. Notes on the varieties of *Coffea arabica* in Kenya. In: Coffee Board of Kenya. A bibliography of technical articles published in the Coffee Board of Kenya Monthly Bulletin, 1935-56. Ruiru, 1957. pp. 158-166.
6. KRUG, C. A. The supply of better planting material. I. Arabicas. In: Seachs, B. & Sylvain, P. G. eds. Advances in Coffee production technology. New York, Coffee & Tea Industries, 1958 pp. 52-57.
7. NARASIMHASWAMY, R. L. A brief history of coffee breeding in South India. Indian Coffee Board Monthly Bulletin 14 (4):83-86; (5):112-113. 1950.
8. NELSON, R. R. Genetics of horizontal resistance to plant diseases. Annual Review of Phytopathology (EE. UU.) 16:359-378. 1978.
9. VANDERPLANK, J. E. Host-Pathogen interactions in plant disease. New York, Academic Press, 1982. 207 p.