

PRODUCCION Y CARACTERISTICAS DE GRANO DE GERMOPLASMA DE CAFE INTRODUCIDO A COLOMBIA

Jaime Castillo-Zapata *

INTRODUCCION

La expansión de la herrumbre causada por *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. en un gran número de países productores de café del Asia y del Africa, y la consiguiente probabilidad de su aparición en América, analizadas y divulgadas por Wellman (27, 28), fueron causas del vivo interés que despertó en la década del cincuenta la obtención de variedades resistentes (20). A principios de este período (1952-53) se inició la introducción de materiales resistentes a Hispanoamérica y en 1955 fué creado el Centro de Investigación de las Royas del Cafeto (CIFC) en Oeiras, Portugal (18). Numerosos materiales procedentes de las estaciones experimentales del Asia y Africa, obtenidos por Wellman y Cowgill (27), fueron introducidos a la América y al mismo tiempo, funcionarios de diferentes instituciones recolectaron materiales silvestres y cultivados en Etiopía (15, 22).

Las fuentes de resistencia de esos materiales son conocidas: el café Kent, seleccionado en 1911, en Mysore, India, fué ampliamente distribuído en las estaciones experimentales del Africa (13), donde se ha sometido a selección aparentemente intensa y en la India y Tanzania se cruzó con otros materiales (10, 11, 12). Un grupo de selecciones que parecen provenir de cruzamientos con *Coffea liberica* (16, 18), obtenidos también en la India y conocidas como series "S" y "BA" (Balehonur Arabica), son comunes en las colecciones de América. Finalmente, materiales procedentes de Etiopía, silvestres o cultivados, fueron llevados al Africa Oriental desde 1936 (13) y a pesar de que se han hecho varias otras recolecciones en este país (15), en especial en la zona suroccidental, es notorio que este germoplasma no ha sido suficientemente explorado (4, 7). Otras especies y varios híbridos interespecíficos, algunos de gran importancia (18), completan las fuentes de material resistente actualmente disponible.

Las introducciones de diferentes procedencias han sido extensamente estudiadas en el CIFC y hasta ahora se ha determinado una serie de cinco factores en *Coffea arabica* L.

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

al aplicar la hipótesis de Flor al complejo *Coffea arabica* - *Hemileia vastatrix* (2, 17). Algunos factores más se han encontrado en híbridos de *C. arabica* con otras especies (18).

La variación genética que se encuentra en los materiales de Etiopía, su productividad y resistencia a *H. vastatrix* han sido objeto de numerosos trabajos de Carvalho, Monaco y sus colaboradores (1, 3, 4, 6).

En el presente trabajo se resumen algunas observaciones sobre productividad, distribución de la cosecha y características de grano de introducciones hechas a Colombia, procedentes del Africa Oriental, del antiguo Congo Belga, de Etiopía y Sudán. La importancia de estos materiales reside principalmente en que muchos de ellos poseen resistencia a *H. vastatrix* y quizá a otras pestes del café. Pero algunos, aunque tienen la misma reacción al ataque de roya que el café cultivado en América, son fuente de variabilidad en tipo de árbol y en características físicas y químicas de la semilla, variabilidad que conviene incorporar a las variedades comunes (27).

MATERIALES Y METODOS

La información estudiada en el presente trabajo procede de un experimento plantado en Cenicafé, hacienda Naranjal, municipio de Chinchiná, en noviembre de 1965. El terreno en que fué sembrado es derivado de cenizas volcánicas con alto contenido de materia orgánica (12 0/o). Sus condiciones físicas son buenas, así como su drenaje interno. El lugar está ubicado a: 4°57' de latitud Norte; 75°41' de longitud Oeste y 1400 metros sobre el nivel del mar. Su temperatura media es de 20.6°C.

La lluvia media anual es de 2660 milímetros (promedio de 20 años). No se presentan períodos secos bien definidos, pero hay dos fuertemente lluviosos en abril-mayo y octubre-noviembre. Los meses más lluviosos tienen una precipitación media de 311 mm y oscilan entre 140 y 450, mientras los meses de menor precipitación (enero y febrero) tienen una media de 145 mm con valores extremos de 36 y 265 mm.

INTRODUCCIONES Y SELECCIONES DE CAFE

Con el nombre genérico de "introducciones" se denomina, en el presente trabajo, una serie de materiales traídos a Colombia de 1953 a 1962. Son de muy diversa naturaleza: muchas de ellas corresponden a selecciones de árboles individuales, en algunos casos, progenies con varias generaciones de autofecundación (13, 23); otras son simples muestras recolectadas en uno o varios árboles en estado silvestre o semisilvestre (22) y algunas son cultivares bastante uniformes, en los cuales se ha efectuado escasa selección, pero que muestran notables caracteres distintivos (13).

Selecciones locales de tipo Borbón.

Como término de comparación para las introducciones se incluyeron en el experimento cinco selecciones de esta variedad. Cuatro de ellas provienen de árboles individuales seleccionados por alta producción y buenas características agronómicas y la otra selección, Borbón amarillo, se originó en unas pocas plantas importadas en 1954, cuya descendencia se ha propagado y estudiado en diversos experimentos.

Introducciones del Africa Oriental y del antiguo Congo Belga.

Las selecciones AC, I, L, N y R provienen de Tanzania y Kenia y se obtuvieron en materiales importados a Tanzania de las Islas Reunión, a fines del siglo pasado. Aunque no siempre presentan el tipo de café Borbón cultivado en Hispanoamérica, son agrupadas en esta variedad (9, 13, 23). La serie N de café Borbón, fué seleccionada tanto en forma de clones, como en la progenie sexual (9, 23). La serie R parece derivarse de este tipo de selecciones. Las selecciones distinguidas con la letra L, fueron hechas en Kenia por los laboratorios Scott (13). Por su parte las selecciones AC e I, fueron efectuadas en árboles individuales de haciendas de Kilimanjaro (24, 25).

La serie KP (Kent plot) proviene de selecciones hechas en un ensayo de uniformidad en Tanzania. De 787 árboles de café Kent, se seleccionaron 39, cuya producción se estudió por 24 años. De ellos, 13 se estudiaron en un ensayo clonal y 8 en experimentos de progenies (10).

Las introducciones del antiguo Congo Belga, estudiadas en este trabajo, parecen provenir originalmente de Guatemala y Puerto Rico (21).

Introducciones de Etiopía y Sudán.

Algunas de ellas son conocidas desde hace mucho tiempo en el Africa Oriental. Así por ejemplo, las llamadas *Geisha*, *Amphillo* y *Harrar* fueron enviadas a Kenia por el Consulado Inglés en Etiopía en 1936. Las identificadas como *Dalle mixed*, *Dilla & Alge* y *Gimma* fueron recolectadas por oficiales del ejército inglés en la campaña de 1941 a 1943 en aquel país. Por su parte la selección *Barbuk Sudán* fué recolectada por A. S. Thomas en la región suroriental de este país (13).

Una serie de muestras de café de Etiopía fueron obtenidas por Sylvain (22) en su estadía como funcionario de la FAO en este país. En algunas de ellas se han determinado los factores de resistencia a *Hemileia vastatrix*, SH1 y SH4 (18). De ellas fueron incluidas en este trabajo *Agaro S-4*, *Cioiccie S-6*, *Zeghie S-13* e *Irgalem S-17*.

En este experimento se incluyeron también 13 introducciones etíopes procedentes del

antiguo Congo Belga, cuya recolección original no es conocida. Otras tres provienen del CIFC de Portugal: *Cioiccie T.J.*, *Kaffa T.J.* y *Dalecho T.C.* (18).

DISEÑO EXPERIMENTAL

En el campo se utilizó un diseño de látice rectangular de 7 x 6, con dos bloques y dos replicaciones del esquema básico, equivalentes a 4 replicaciones en total. Las parcelas tenían 6 árboles de los cuales se utilizaron cinco en los análisis, por pérdida total de algunas plantas. En las parcelas completas se eliminó un árbol al azar.

Para el análisis de granos anormales, tamaño de grano y distribución de la cosecha, se empleó el diseño de bloques al azar. Como se trataba de porcentajes, éstos se transformaron a arcoseno de su raíz cuadrada.

La varianza de la producción de árboles dentro de las parcelas, en cada tratamiento (introducción ó selección), se estimó de acuerdo con el siguiente esquema de análisis:

Fuente de variación	Grados de libertad
TOTAL	839
ARBOLES EN PARCELA	672
PARCELAS	167
REPLICACIONES	3
INTRODUCCIONES	41
REPLICACIONES X INTRODUCCION	123

Los 672 grados de libertad de árboles en parcelas se partieron en 16 grados para cada una de las introducciones, puesto que cada parcela de cinco árboles aporta 4 grados de libertad. La varianza de árboles en cada introducción (16 G.L.) sirvió como índice de la variabilidad.

Parcela experimental y tratamientos culturales.

Los árboles de una parcela estaban dispuestos en un surco, a distancia de 1.5 m y separados de otras parcelas por 3.0 m. Estas plantas se mantuvieron a libre crecimiento hasta la tercera cosecha cuando se limitó su altura a 2.5 m. El experimento recibió una fertilización anual equivalente a 2.7 Ton/Ha de fertilizante (12-12-17-2) distribuída en cinco aplicaciones.

VARIABLES ESTUDIADAS

Producción.

Se midió la cantidad de cosecha de cada árbol en kilogramos de café cereza por año, durante seis cosechas. Se determinó además la variabilidad dentro de las introducciones y su distribución en el año.

La variabilidad de la cosecha dentro de las introducciones se apreció con la varianza de árboles en parcela, como se explicó al tratar del diseño experimental.

La distribución de la cosecha se analizó en la forma siguiente: en la zona central de Colombia, de la cual Chinchiná es una localidad representativa, se obtiene una cosecha continua a través del año, pero presenta dos períodos de mayor intensidad: de octubre a noviembre y de abril a mayo. En las variedades comunes (Típica, Borbón) la cantidad recolectada de julio a diciembre es aproximadamente de un 80 % de la cosecha total. Con el fin de medir la distribución y concentración de la cosecha de las introducciones, en relación con las selecciones de Borbón, se emplearon dos índices: el porcentaje de la cosecha total, recolectado de enero a junio, y la proporción que representa el café recolectado en octubre y noviembre con respecto a la cosecha del semestre julio a diciembre. El primer índice mide la distribución en el año y el segundo, la concentración en los meses de mayor intensidad.

Características del grano.

Se estudió el tamaño, la forma y el porcentaje de anormalidades; para ello se tomaron dos muestras cada año, en los meses de octubre y noviembre.

Como índice del tamaño se tomó el porcentaje de café grande, o sea el retenido por un tamiz de hueco circular con diámetro de 17/64 de pulgada. Las medidas se tomaron en muestras de 250 gramos.

La forma del grano se observó en las mismas muestras. Se determinó su elongación con respecto a los granos de café Borbón y se describieron las características de la cara plana y de la ranura. En esta última se tiene en cuenta su amplitud, forma y definición de la arista.

Las anormalidades estudiadas fueron las de importancia comercial. Los granos vanos o vacíos, que pueden estar asociados a causas genéticas o a otras de tipo fisiológico. Los granos caracoles que parecen deberse principalmente, en café arábigo, a inviabilidad del gameto femenino (7) y que ocurren como consecuencia de la falla en el desarrollo de una de las semillas, tomando la restante la forma redondeada del ovario. Los granos monstruos o semillas con varios endospermos, que han sido registradas como falsa poliembrionía. Estas anormalidades se determinaron en 400 semillas de las muestras citadas.

RESULTADOS

PRODUCCION

En la tabla 1 se presenta la producción de 37 introducciones y 5 selecciones de café Borbón. Se incluye también la producción relativa con respecto al promedio de cuatro selecciones típicas de esta variedad, a la cual se hará repetida referencia en el curso del trabajo.

Puede observarse que las producciones de las selecciones de Borbón son las más altas y no difieren entre sí.

Introducciones de Etiopía.

Las mayores diferencias se presentan en las introducciones de Etiopía, que muestran desde producciones similares a las del café Borbón, hasta muy bajas, con solo 63 0/o de ésta.

Como se observa en la tabla 1, ocho introducciones etíopes tuvieron producciones relativas superiores al 90 0/o. Este hecho es notable, pues los materiales de este origen no han sido sometidos a selección, o solo han sufrido procesos muy ligeros. Podría exceptuarse las introducciones *Dalle mixed* y *Harrar*, que probablemente hayan sido mejoradas en el Africa Oriental inglesa.

Nueve introducciones de Etiopía tuvieron rendimientos medianos entre 76 y 87 0/o. De acuerdo con la experiencia obtenida en muchos ensayos de rendimiento en Chinchiná, estas producciones oscilan entre las correspondientes a las variedades Típica y Borbón. Por último, otras siete (*Gimma K.*, *Irga S.*, *Tanabo K.*, *Ennarea*, *Sidamo*, *Wondo S.*, y *Garbita Irgalem S.*) tuvieron rendimientos bajos entre 68 0/o y 74 0/o. La introducción *Zeghie S-13* presentó la menor cantidad de cosecha, 63 0/o.

Introducciones del Africa Oriental y del antiguo Congo Belga.

Puede observarse que la producción de las introducciones procedentes del Africa Oriental y del antiguo Congo Belga es muy alta, superior al 90 0/o del rendimiento medio de café Borbón. Se exceptúa la selección KP-423, obtenida en Tanzania sobre café Kent, cuya producción fué solo del 83 0/o.

VARIABILIDAD DE LA PRODUCCION DENTRO DE LAS INTRODUCCIONES

Como antes se explicó, se tomó como índice la varianza de árboles en parcela, que corresponde a 672 grados de libertad, 16 para cada una de las 42 introducciones y

TABLA 1.- PRODUCCION MEDIA POR ARBOL DE 37 INTRODUCCIONES Y SEIS SELECCIONES DE CAFE EN CHINCHINA, COLOMBIA.

Introducción	Número de Introducción a EE.UU.	Origen (1)	Proceden- cia	kg/árbol (2)	Producción relativa
Selecciones de Chinchiná					
Borbón Rojo CC-232	-	A	CL	64.9	104
Borbón CC-138	-	A	CL	62.1	99
Borbón (Res. Macana)	-	A	CL	61.9	99
Borbón Amarillo	-	A	B	61.3	98
Promedio				62.6	100
Borbón Sel. Armenia	-	A	CL	58.5	93
Selecciones del Africa Oriental					
Borbones					
N - 100	203947	IR	AO	62.7	100
L - 1	205943	IR	AO	60.5	97
R - 3	205951	IR	AO	59.8	96
AC- 53	205932	IR	AO	59.0	94
I - 60	205938	IR	AO	58.8	94
AC- 98	205933	IR	AO	57.3	92
N - 48	205945	IR	AO	57.2	91
Kent					
KP - 263	205940	I	AO	56.6	90
KP - 423	205941	I	AO	52.1	83
Selecciones del Antiguo Congo Belga					
Kabare 18	276736	A	CB	60.6	97
Borbón Salvadoreño	276724	A	CB	59.5	95
Mibirizi	205929	A	CB	58.9	94
Introducciones de Etiopía y Sudán					
Agaro Kaffa rojo	276750	E	CB	62.9	100
Dalle Mixed	205105	E	AO	59.7	95
Harrar R-2	276745	E	CB	59.5	95
Ainamba Babaca	276743	E	CB	59.1	95
Harrar	209843	E	AO	57.6	92
Irgalem S-17	213453	E	E	56.7	91
Agaro Kaffa (Amarillo)	276750	E	CB	56.4	90
Agaro S-4	205408	E	E	56.3	90
Agaro Gimma	276747	E	CB	54.6	87
Harrar R-3	276725	E	CB	53.7	86
Cioiccie T.J.	-	E	P	52.4	84
Kaffa T.I.	-	E	P	52.1	83
Barbuk Sudán	205930	S	AO	52.0	83
Dilla y Alghe	205107	E	AO	49.5	79
Cioiccie S-6	205411	E	E	48.7	78
Amphillo	205103	E	AO	48.4	77
Dalecho T.C.	-	E	P	47.2	76
Gimma Kaffa	276753	E	CB	46.4	74
Irga Sidamo	276752	E	CB	46.2	74
Tanabo	276746	E	CB	45.8	73
Ennarea	276748	E	CB	44.6	71
Sidamo	276723	E	CB	44.1	70
Wondo Sidamo	276749	E	CB	43.0	69
Garbitto Irgalem	276726	E	CB	42.4	68
Seghie S-13	207631	E	E	39.7	63
D. M. S. 1 %				3.3	

- (1) Origen y procedencia: A = América; AO = Africa Oriental (Inglesa); B = Brasil; CB = Antiguo Congo Belga; CL = Colombia; E = Etiopía; I = India; P = Portugal. IR = Islas Reunión; S = Sudán.
- (2) Kg de café cereza en 6 cosechas

selecciones. En la tabla 2, se presentan estas varianzas y se incluye además el número de árboles con muy alta y muy baja producción (más de 62 kg y menos de 40 kg de café cereza respectivamente, límites fijados por el promedio y los valores más bajos del café Borbón).

Selecciones de Borbón.

Las selecciones hechas en Chinchiná, que pueden considerarse homogéneas, tuvieron varianzas entre 47,5 y 94,3, que no difieren entre sí. Solo dos árboles (2 0/o) tuvieron producciones inferiores a 40 kg de café cereza. El porcentaje de árboles con producción muy alta fué superior al 50 0/o.

Introducciones del Africa Oriental y del antiguo Congo Belga.

Las varianzas fueron similares a las del café Borbón y los intervalos de variación también pueden considerarse del mismo nivel. Es notable la introducción L-1, que fué muy homogénea con una varianza de solo 22,6. Los árboles más productivos tuvieron rendimientos que no sobrepasaron los más altos para el café Borbón.

Introducciones de Etiopía y Sudán.

Entre ellas se encuentran los materiales más variables. En efecto, hay varianzas muy altas, tanto en el grupo de elevada producción como en el de producción baja, con producción relativa inferior al 75 0/o. En contraste, llama la atención la escasa variación observada en las introducciones *Cioiccie T-5*, *Barbuk Sudán*, *Cioiccie S-6* y *Zeghie S-13*, que es inferior a la de algunas selecciones de Borbón.

Son de particular interés las introducciones *Agaro Kaffa rojo*, *Agaro Kaffa amarillo* y *Harrar R-2*, cuya producción se mantuvo en los niveles altos (40 0/o de los árboles están en el nivel superior y solo 5 0/o en el nivel de baja producción). Se observa que en este grupo de alta producción aparecen árboles con más de 80 kilos de café cereza, llegando hasta 89.3 kg, producción que sobrepasa ampliamente el rendimiento de los mejores árboles de Borbón, que es comunmente de 76 kilos.

En los grupos de mediana y baja producción hay también introducciones muy variables, que presentan árboles sobresalientes por su alta producción: *Harrar R-3*, *Kaffa T.1.*, *Amphillo*, *Tanabo Kaffa*, *Ennarea Kaffa*, *Sidamo* y *Garbitto Irgalem Sidamo*. Estos son de interés en el proceso de selección, pues pueden ser portadores de resistencia a *Hemileia vastatrix*.

Es notable que la producción media del café Borbón en seis cosechas (62,6 kilogramos de café cereza) no haya sido duplicada por ninguno de los mejores árboles. La mayor producción observada en árboles individuales (89,3 kilos) sobrepasa este rendimiento en 43 0/o únicamente.

TABLA 2.- VARIACION OBSERVADA EN LA PRODUCCION ACUMULADA EN SEIS COSECHAS DE ARBOLES DE INTRODUCCIONES DE DIFERENTE ORIGEN.

Introducción y Procedencia	Producción Relativa o/o	Varianza ^{a)} (árboles en parcela)	Nº de Árboles ^{b)}		Intervalo de variación	
			Con más de 62 kg café Cereza	Con menos de 40 kg café Cereza	Límite Superior	Límite Inferior
Selecciones de Borbón de Chinchiná						
Borbón Rojo CC-232	104	47.5	11	0	75.4	50.3
Borbón Rojo CC-138	99	57.3	9	0	76.3	46.8
Borbón Rojo (Resis. a Macana)	99	91.5	9	1	77.6	39.3
Borbón Amarillo	98	70.7	9	0	85.1	48.1
Borbón Sel. Armenia	93	94.3	8	1	72.9	35.5
Introducciones del Africa Oriental						
Borbones						
N - 100	100	95.7	8	0	82.3	49.6
L - 1	97	22.6	9	0	71.9	53.3
R - 3	96	78.0	10	0	76.6	45.3
AC - 53	94	51.4	8	0	72.8	42.2
I - 60	94	44.9	9	0	72.1	42.7
AC - 98	92	65.7	9	0	78.8	40.5
N : 48	91	101.1	7	0	77.6	45.0
Kent						
KP - 263	90	56.1	5	0	71.5	42.9
KP - 423	83	89.6	2	3	70.7	36.5
Introducciones del antiguo Congo Belga						
Kabare 18						
Borbón Salvadoreño	97	80.4	9	1	82.5	26.0
Mibirizi	95	104.9	7	0	73.2	42.0
	94	77.0	9	0	78.5	45.0
Introducciones de Etiopía y Sudán						
Agaro Kaffa Rojo	100	117.2	10	1	85.0	38.0

Introducción y Procedencia	Producción Relativa o/o	Varianza ^{a)} (árboles en parcela)	Nº de Árboles ^{b)}		Intervalo de variación	
			Con más de 62 kg café Cereza	Con menos de 40 kg café Cereza	Límite Superior	Límite Inferior
Dalle Mixed	95	106.0	8	1	75.2	59.5
Harrar R-2	95	216.5	8	1	89.3	28.0
Ainamba Babaca	95	63.1	8	1	82.5	38.7
Harrar	92	89.2	6	0	82.7	41.0
Irgalem S-17	91	72.4	5	0	69.6	40.1
Agaro Kaffa Amarillo	90	332.5	6	4	89.2	35.5
Agaro S-4	90	101.5	7	2	75.2	36.3
Agaro Gimma	87	73.3	5	2	74.2	34.2
Harrar R-3	86	165.0	6	5	84.9	33.1
Cioiccie T.J.	84	35.7	2	1	68.2	35.2
Kaffa T.I.	83	142.3	3	5	79.1	25.3
Barbuk Sudán	83	35.9	2	1	70.2	35.8
Dilla and Alghie	79	78.5	1	3	69.2	34.9
Cioiccie S-6	78	30.5	0	3	55.9	34.7
Amphillo	77	129.3	2	5	78.0	24.0
Dalecho T.C.	76	70.9	2	4	70.0	33.0
Gimma Kaffa	74	51.2	1	7	63.3	33.2
Irga Sidamo	74	58.6	3	7	63.2	36.6
Tanabo Kaffa	73	165.7	4	11	79.0	23.9
Ennarea Kaffa	71	249.7	2	12	73.9	26.8
Sidamo	70	254.3	0	11	84.6	25.9
Wondo Sidamo	69	102.7	0	11	58.5	27.0
Garbitto Irgalem	68	132.5	3	8	74.3	26.4
Zeghie S-13	63	33.1	0	12	55.1	30.6

(a) Valores de "F" para comparar dos varianzas, ambas con 16 grados de libertad: 5 %_b, 2.35 - 1 %_b, 3.41

(b) Sobre un total de 20 plantas.

DISTRIBUCION DE LA COSECHA

Como antes se explicó, en la región central de Colombia, la cosecha, que comienza en julio, se extiende durante todo el año, pero tiene dos períodos de mayor intensidad: de octubre a noviembre y de abril a mayo.

Como puede observarse en la tabla 3, en las selecciones de café Borbón se recolectó un porcentaje de 81 0/o - 82 0/o de la cosecha entre julio y diciembre y solo 18 a 19 0/o en el semestre siguiente. En el primer período mencionado la producción está muy concentrada en los meses de octubre y noviembre, cuando se recolectó de 58 0/o a 67 0/o del producto obtenido de julio a diciembre. Un caso de gran concentración de la cosecha se observa en la selección Armenia en la cual sólo se obtuvo un 12 0/o de la cosecha en el semestre de enero a junio.

Las introducciones del Africa Oriental y del antiguo Congo Belga tienen, en general, la cosecha ligeramente más dispersa que las selecciones locales. En cinco de estas introducciones la proporción de la cosecha recolectada de enero a junio varió entre 21 y 25 0/o. El porcentaje recolectado en los meses de octubre y noviembre varió entre 55 y 61 0/o de la cosecha del semestre correspondiente, excepto en la introducción KP-423 (47,2 0/o).

Las introducciones de origen etíope presentaron la cosecha notablemente dispersa en el año. Ocho de ellas, por ejemplo, (tabla 3) producen menos del 20 0/o en el período enero-junio, tal como ocurre en el café Borbón; pero en los meses de octubre y noviembre el café recolectado solo llega a 45-52 0/o de la cosecha del semestre, cifras claramente inferiores a 58.5 y 66.5, que corresponden a los extremos en café Borbón.

En las 17 introducciones restantes la cosecha está aún más dispersa. En siete, se presentan los valores más pronunciados: de 35 a 41 0/o de la cosecha se recolecta en el primer semestre del año, lo cual significa diferencias de 17 a 21 0/o con las selecciones de Borbón. En el semestre julio-diciembre la cosecha también tiene gran dispersión. Así en octubre y noviembre se recolecta de 35 a 42 0/o de la producción del semestre, lo que representa diferencia de 33 y 24 0/o con los casos extremos del café Borbón.

Otras introducciones tienen valores intermedios entre los analizados pero en ellas también es clara la dispersión de la cosecha con respecto al café Borbón.

Es notable que tanto en los grupos de cosecha dispersa como en los de cosecha concentrada hay introducciones de alta producción.

TAMAÑO DE GRANO Y PORCENTAJE DE GRANOS ANORMALES

Para los fines de este trabajo se considera como de tamaño comercial la semilla que tiene

TABLA 3.- DISTRIBUCION DE LA COSECHA EN LOS DOS SEMESTRES DEL AÑO Y CONCENTRACION DE LA MISMA EN LOS MESES DE MAYOR PRODUCCION (OCTUBRE Y NOVIEMBRE) PARA INTRODUCCIONES Y SELECCIONES DE CAFE BORBON.

	Producción relativa 0/0	Recolección de enero a junio 0/0	Recolección en Oct. y Nov.	
			Sobre la cosecha total 0/0	Sobre la cosecha de jul. a dic. 0/0
Selecciones de Borbón				
Borbón rojo CC-232	104	18.6	53.8	66.1
Borbón rojo CC-138	99	19.5	53.5	66.5
Borbón rojo (Res. a Macana)	99	19.1	47.3	58.5
Borbón amarillo	98	17.6	49.6	60.2
Promedio	100	18.7	51.1	62.8
Borbón Sel. Armenia	93	11.7	61.0	69.1
Introducciones del Africa Oriental				
Borbones				
N - 100	100	17.8	46.8	56.9
L - 1	97	19.9	43.7	54.6
R - 3	96	24.1	46.2	60.9
AC - 53	94	17.2	47.5	57.4
I - 60	94	17.6	46.0	55.8
AC - 98	92	16.7	47.6	57.1
N - 48	91	22.0	44.2	56.7
Kent				
KP - 263	90	22.0	44.9	57.6
KP - 423	83	21.0	37.2	47.2
Introducciones del antiguo Congo Belga				
Borbón Salvadoreño	95	21.0	42.8	54.2
Kabare 18	97	19.8	46.8	58.4
Mibirizi	94	18.1	43.6	53.2
Introducciones de Etiopía y Sudán				
Agaro Kaffa (amarillo)	90	41.3	21.2	36.1
Zeghie S-13	63	39.6	25.5	42.2
Ainamba Babaca K.	95	38.6	20.0	32.6
Ennarea Kaffa	71	36.0	24.8	38.8
Agaro Kaffa rojo	100	35.7	24.9	38.7
Dalecho T. C.	74	35.2	16.5	25.5
Kaffa T. I.	83	35.2	22.5	34.7
Cioiccie S-6	78	33.1	25.5	38.1
Agaro Gimma K	87	32.7	29.5	43.8
Agaro S-4	90	32.6	27.0	40.1
Harrar R-2	95	32.6	32.0	47.5
Cioiccie T. J.	84	31.1	35.8	52.0
Irga Sidamo	74	28.1	28.2	39.2
Gimma Kaffa	73	25.4	33.4	44.8
Harrar	95	25.3	42.3	56.6
Barbuk Sudan	83	25.2	38.8	51.9
Harrar R-3	86	23.9	38.4	50.5
Garbitto Irgalem S.	68	21.0	47.7	60.4
Sidamo	70	19.9	46.1	57.6
Wondo Sidamo	69	19.2	46.9	58.0
Dilla & Alghe	79	18.9	36.4	44.9
Irgalem S-17	91	17.1	39.7	47.9
Amphillo	77	16.3	40.3	48.2
Tanabo Kaffa	73	15.9	44.2	52.3
Dalle Mixed	95	12.8	43.7	50.1

un porcentaje de grano grande (retenido por tamiz con huecos de 17/64 de pulgada) superior al 40 0/o. Este porcentaje es ligeramente inferior al correspondiente a la variedad Borbón, cuyo porcentaje medio, observado en muchos ensayos, oscila alrededor de 45 0/o. La variedad comercial con grano más grande es Típica, con 70 0/o en este tipo de café.

Selecciones de Borbón.

Como se observa en la tabla 4, las selecciones de la variedad Borbón, que se emplean como término de comparación, tuvieron porcentajes de grano grande entre 45,6 0/o y 58,1 0/o. Los granos anormales aparecen en proporciones bajas: inferiores a 3 0/o para los granos vanos; los granos caracol no exceden de un 10 0/o; la falsa poliembriónia (granos monstruos) nunca sobrepasa el 1 0/o. Estos porcentajes pueden considerarse bajos, en relación con otras variedades.

Introducciones de Etiopía.

De las introducciones de este origen, solamente diez tienen un porcentaje de grano grande en el intervalo comercial, es decir, más del 40 0/o. Son ellas, *Agaro Kaffa rojo*, *Dalle mixed*, *Harrar R-2*, *Harrar*, *Irgalem Sidamo*, *Harrar R-3*, *Cioiccie T.J.*, *Dilla & Alghe*, *Wondo Sidamo* y *Zeghie*. Son particularmente interesantes las cinco primeras por ser muy productivas, con rendimientos superiores al 90 0/o del correspondiente a la variedad Borbón.

Los menores tamaños de grano corresponden a las introducciones *Kaffa T.I.* (20 0/o) y *Cioiccie S-6* (21,5 0/o). La mayoría de las introducciones tuvieron porcentajes de grano grande entre 30 0/o y 40 0/o, porcentaje que se considera inferior al requerimiento comercial.

Los granos vanos y monstruos están en proporciones bajas. Los primeros solo sobrepasan un 3 0/o en dos introducciones. En los segundos el mayor porcentaje promedio solo llega a 1,2.

En cuanto a los granos caracoles, los porcentajes son generalmente altos. Solo las introducciones *Dalle mixed*, *Harrar* y *Wondo Sidamo*, tienen porcentajes menores del 10 0/o. Ocho tienen porcentajes medianos entre 10 0/o y 12 0/o. Las introducciones *Amphillo*, *Cioiccie* y *Agaro* tienen los mayores porcentajes, por encima del 20 0/o. La variación en este tipo de grano es baja, entre 10 0/o y 19 0/o.

Introducciones del África Oriental y del antiguo Congo Belga.

Con excepción de KP-423, estas introducciones combinan la alta producción, superior al 90 0/o de la correspondiente a la variedad Borbón, con buenas características de grano.

TABLA 4.- PRODUCCION RELATIVA Y CARACTERISTICAS DEL GRANO EN INTRODUCCIONES DE CAFE Y EN SELECCIONES DE CAFE BORBON. VALORES MEDIOS DE SEIS RECOLECCIONES.

	Producción Relativa Borbón 100%/o	Grano Grande		Forma de Grano	Vanos		Caracoles		Monstruos		
		X	CV(2)		X	CV	X	CV	X	CV	
											X
Selecciones de Chinchiná											
Borbones											
CC - 232	104	49.4	18.9	B	1.4	21.5	7.2	14.3	0.7	43	
CC - 138	99	48.5	17.1	B	1.5	31.8	8.1	13.0	0.8	53	
Borbón Res. a Macana	99	45.6	17.7	B	2.7	22.7	10.0	20.7	0.8	53	
Borbón Amarillo	98	58.1	12.4	B	1.7	25.5	9.6	9.4	0.9	37	
Promedio	100	50.4	16.3		1.9	25.6	8.7	15.0	0.8	45	
Selección Armenia	94	47.9	15.2	B	1.7	23.0	7.9	13.4	0.9	36	
Selecciones del Africa Oriental											
Borbones											
N - 100	100	66.0	9.8	B	1.4	22.6	6.9	15.3	1.5	19	
L - 1	97	59.5	11.3	B	1.6	37.0	6.9	13.8	0.9	42	
R - 3	96	59.8	19.0	B	3.7	23.5	9.9	15.4	1.3	30	
AC - 53	94	51.4	14.5	B	1.7	27.2	8.1	14.2	1.1	37	
I - 60	94	41.2	20.6	B	1.7	26.8	7.1	15.4	0.5	53	
AC - 98	92	41.1	18.9	B	1.2	38.6	8.5	13.0	0.7	40	
N - 48	91	59.6	12.9	B	2.0	34.3	7.4	19.4	1.0	28	
Kent											
KP - 263	90	63.3	14.5	B	1.2	30.5	8.4	15.1	1.2	31	
KP - 423	83	60.9	13.8	B	1.5	26.4	7.1	17.2	1.1	28	
Selecciones del antiguo Congo Belga											
Kabare 18	97	69.4	12.0	A-B	1.1	39.0	9.0	13.6	1.5	60	
Borbón Salvadoreño	95	44.6	15.0	B	2.3	26.2	8.5	17.1	0.8	38	
Mibirizi	94	55.9	13.3	B	1.8	28.5	7.2	13.5	1.2	20	

Continúa

TABLA 4.- Continuación.

	Producción relativa Borbón 100 %	Grano grande 0/0 (1)		Forma de grano	Granos Anormales					
		X	CV		Vanos		Caracoles		Monstruos	
					X	CV	X	CV	X	CV
Introducciones de Etiopía										
Agaro Kaffa Rojo	100	42.2	18.6	F	1.8	19.4	11.0	12.0	0.3	70
Dalle Mixed	95	52.0	13.0	B	1.6	24.0	7.4	12.2	0.7	32
Harrar R-2	95	50.2	19.4	E	3.0	25.1	13.2	11.6	0.6	89
Ainamba Babaca	95	35.4	26.3	F	2.9	30.7	12.2	16.6	0.3	80
Harrar	92	53.8	17.1	B	2.4	41.5	7.7	12.6	1.2	38
Irgalem Sidamo	91	56.9	10.7	E	1.4	46.2	13.3	14.6	0.5	61
Agaro Kaffa Amanillo	90	39.0	20.8	E	2.2	35.0	11.8	12.2	0.1	162
Agaro S-4	90	32.7	50.3	E-F	1.3	33.8	20.5	12.7	0.1	159
Agaro Gimma	87	36.3	24.5	E-F	1.2	38.4	11.5	14.6	0.3	111
Harrar R-3	86	52.6	15.3	E	4.1	34.9	16.4	12.0	0.3	79
Cioiccie T. J.	84	47.6	14.0	E	1.9	23.6	26.0	12.5	0.3	83
Kaffa R. I.	83	20.0	29.6	F	3.3	26.6	13.5	13.1	0.5	79
Barbuk Sudan	83	33.0	26.2	D	1.9	28.0	16.7	13.8	0.1	208
Dilla & Alghe	79	52.3	19.4	F	1.2	34.4	18.2	12.1	0.4	70
Cioiccie S-6	78	21.5	32.6	E-F	1.8	40.4	23.9	12.6	0.1	179
Amphillo	77	27.5	22.0	D	2.9	26.9	21.0	12.6	0.8	103
Dalecho T. C.	76	38.1	18.0	G	0.8	51.6	12.7	15.0	0.1	208
Gimma Kaffa	74	36.3	23.0	F-G	1.2	21.9	11.0	14.1	0.5	57
Irga Sidamo	74	26.4	23.6	E	2.2	31.2	16.5	13.8	0.2	115
Tanabo Kaffa	73	29.4	18.2	F	1.1	41.7	16.5	18.6	0.2	155
Ennarea	71	36.1	21.1	F	2.5	28.9	16.4	16.8	0.3	102
Sidamo	70	33.5	25.1	E-F	1.6	24.6	11.4	14.2	0.4	86
Wondo Sidamo	69	43.2	18.3	E-F	1.2	18.8	10.0	18.8	0.3	101
Garbito Irgalem	68	31.8	18.9	F	1.4	31.9	10.2	14.3	0.3	77
Zeghie S-13	63	48.1	13.0	F	1.7	34.3	10.5	9.9	1.0	56
					2.3		2.6			1.7
D.M.S. 1 % (3)										

(1) Café retenido por un tamiz con perforaciones de 16/64 de pulgada.

(2) Coeficientes de variación, calculados con los datos transformados a arco-seno de la raíz del porcentaje.

(3) D.M.S. para datos transformados a arco-seno de la raíz del porcentaje.

El tamaño de grano es el característico de la variedad Borbón, pero se destaca la introducción *Kabare 18* que tiene grano similar a la variedad Típica (70 0/o de grano grande). Dentro de este grupo, seis tienen grano bastante grande con un porcentaje superior a 60 0/o. Como su producción es alta, son materiales valiosos dentro de la variedad Borbón.

Los granos anormales se encuentran entre las proporciones comunes para el café Borbón como se observa en la tabla 2.

Variación en los granos anormales.

La variación en los porcentajes de granos vanos es alta o muy alta. Los coeficientes de variación fluctúan entre 18.8 0/o y 51.6 0/o, siendo la mayoría superiores a 25 0/o. Para los granos monstruos la variación es muy grande; con solo dos excepciones es superior al 28 0/o y en muchos casos sobrepasa el 100 0/o, llegando hasta 205 0/o. Los granos caracoles tienen, con pocas excepciones, porcentajes bajos o medianos, entre 9 y 16 0/o.

FORMA DE LOS GRANOS

En las selecciones locales y en las introducciones del Africa Oriental y antiguo Congo Belga la forma es la corriente para la variedad Borbón (tabla 4). Pero en las introducciones de Etiopía es muy variable, predominando las formas alargadas. En éstas, la cara plana es generalmente lisa y la ranura muy amplia, en general más que en la variedad Típica. A continuación se describen las características de algunos tipos de grano que es posible separar en los materiales Etíopes. Se anteponen los tipos A, B y C que corresponden a las variedades cultivadas en Colombia, como término de comparación. Se presentan también formas intermedias entre los tipos descritos, tal como aparecen en la tabla 4.

Tipo A Es el grano característico de la variedad Típica, cultivada en un 97 0/o de la zona cafetera colombiana. La forma es elíptica y de excentricidad variable, desde casi redonda hasta bien alargada. Identifican este tipo de grano la cara plana muy lisa, la ranura ancha de forma arcuada y con una arista muy acusada.

Tipo B Grano de la variedad Borbón. También tiene forma elíptica pero tendiente a redondeada. La cara inferior, en contraste con el tipo anterior, es muy irregular; la ranura es más estrecha, y poco arcuada y la arista está ausente o es poco marcada.

Tipo C Grano de la variedad Caturra. Es muy similar al tipo B, pero presenta una alta proporción de granos con la ranura cerrada y muy poco profunda. En muchos casos la cara inferior toma una forma cóncava.

Tipo D Grano de la variedad *Barbuk Sudán*. Es el tipo de grano más alargado que se ha

encontrado en la colección, tanto que no puede asimilarse a la forma elíptica. Su longitud comprende más de dos veces el ancho máximo. La ranura es amplia y en muchos casos es doble.

Tipo E Es el tipo de grano corriente en las introducciones *Geisha* y *Harrar*. Es un grano grande, muy alargado, aunque de forma elíptica. Su relación longitud:anchura es alrededor de 1.8. La cara inferior es lisa, la ranura muy amplia y la arista marcada. Puede presentar una alta proporción de ranuras dobles.

Tipo F Es un grano definitivamente elíptico, predominantemente alargado. La cara inferior es bastante lisa y la ranura muy amplia. Se semeja al tipo A pero la ranura es más amplia y la arista no siempre es bien marcada. La rugosidad de la cara inferior puede ser intermedia entre los tipos A y B.

Tipo G Grano de forma redondeada o alargada, con cara inferior lisa y generalmente de ranura ancha, aunque algunas pueden ser dobles. Los bordes del grano son redondeados lo que le da un aspecto característico, similar a muchos granos de *C. canephora*.

RESISTENCIA A LA ROYA

Las pruebas efectuadas por el Instituto de Investigación de las Royas del café en Portugal (CIFC) han mostrado que dentro de los materiales del Africa Oriental y del antiguo Congo Belga, originalmente obtenidos en las Islas Reunión o en América, no se han detectado factores de resistencia diferentes a SH5. Sin embargo, se observan ocasionalmente entre ellos algunos árboles con el factor SH1 en forma heterocigótica, que pueden explicarse por polinización cruzada con árboles portadores de este factor.

Como era de esperarse, las selecciones Kent, *KP-263* y *KP-423*, presentan árboles con el factor SH2 a veces en forma homocigótica.

Entre las introducciones de Etiopía son frecuentes los árboles con los factores SH1 y SH4. Sin embargo, la presencia de árboles homocigóticos es relativamente rara. Las introducciones *Dalecho T.C.*, *Cioiccie T.J.*, y *Kaffa T.I.* provenientes del CIFC de Portugal, son homocigóticas por los factores SH1, la primera, y SH4, las dos últimas, pues han sido separadas en ese instituto. Las introducciones siguientes son portadoras del factor SH1, predominantemente en condición heterocigótica: *Amphillo*, *Barbuk* Sudán, *Dilla & Alghe*, *Ennarea*, *Garbitto Irgalem S.*, *Gimma Kaffa*, *Harrar R2*, *Harrar R3*, *Irgalem S-17*, *Irgalem Sidamo*, *Sidamo* y *Wondo Sidamo*. Por su parte, las introducciones *Agaro S-4* y *Agaro Gimma K.*, *Cioiccie S-6* presentan el factor SH4 en forma homocigótica y heterocigótica.

Es notable la introducción *Ainamba Babaca K.* (PI 276743) que presenta árboles con el factor SH2 con alta frecuencia de la forma homocigótica, caso raro en materiales de este origen. Como puede tratarse de mezclas con otras introducciones está sujeta a posterior confirmación, con árboles típicos de la introducción.

DISCUSION

Las colecciones de café, en especial las provenientes de Etiopía, país de origen de la especie *C. arabica L.*, tienen como interés primordial la posible ampliación de la base genética del café cultivado en Hispanoamérica, que se acepta como muy estrecha (4, 7). Wellman (28) recalca la necesidad de obtener otros tipos de árbol, diferentes a los cultivados, que se adapten bien a nuevas prácticas de cultivo o que tengan diferente composición química del grano; destaca además la susceptibilidad uniforme de los principales cultivares a una larga serie de enfermedades conocidas de muy antiguo en América. A partir de 1970, con la aparición de la roya causada por *Hemileia vastatrix* en el Brasil, la necesidad de aumentar la variación genética en nuestros cafetales se ha hecho evidente. Pero no solamente esta enfermedad es de interés, sino que varios otros problemas patológicos se han agravado y generalizado en varios países: nemátodos, minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*), broca del fruto (*Hypothenemus hampei*) y la enfermedad del fruto causada por *Colletotrichum*, son, en el momento, graves amenazas para el cultivo en el Nuevo Mundo.

En el presente trabajo se estudiaron materiales que pueden dividirse en dos grupos: los procedentes de estaciones experimentales del África con selección previa y los originarios de Etiopía con poca o ninguna selección.

Entre las introducciones provenientes del África Oriental y del antiguo Congo Belga, solamente dos de ellas provienen del café Kent de la India, y se apartan del resto en su reacción de resistencia a la roya (KP-263 y KP-423). Las demás tienen características similares al café Borbón.

Es probable que el origen del café Borbón de la América y el de muchas selecciones del África Oriental sea común. En efecto, muchas de ellas son selecciones efectuadas en café de las Islas Reunión (antiguo Borbón), introducido al África Oriental a fines del siglo pasado, a partir de 1880 (13, 23). De acuerdo con Chevalier (8, pag. 50), el café cultivado en las Islas Reunión fué llevado allí desde Arabia de 1708 a 1718. Solo pocos árboles sobrevivieron en las diferentes introducciones, pero a partir de 1830 la producción de las islas fué notable. Para Krug, Carvalho y colaboradores no existen dudas de que la variedad Borbón cultivada en el Brasil se originó en las Islas Reunión. A fines del siglo pasado numerosos autores constataron la presencia del café Borbón en las citadas islas donde también existía el café Leroy ó "Bourbon pointu", descrito después como la mutación Laurina, oriunda de ese país (14).

Aunque el café Borbón de Hispanoamérica tiene algunos caracteres distintivos, especialmente el color desde las hojas tiernas, éste también se encuentra en plantas de las introducciones del Africa Oriental y el hábito de ramificación, vigor de las plantas, tipo de grano, capacidad de producción, variabilidad y reacción de resistencia a la roya, parecen indicar que se trata de un único grupo de plantas, bastante homogéneo. No obstante, algunas selecciones tienen un tamaño de grano superior al común para el café Borbón (*N-100* y *Kabare 18*) por lo cual son valiosas en el trabajo de mejoramiento.

Los materiales etíopes constituyen, sin duda, la mayor fuente de variabilidad genética para la especie *C. arabica*. Los investigadores de la Sección de Genética del Instituto Agronómico de Campinas, Brasil, han consagrado mucho trabajo básico a esclarecer este punto. Carvalho (3) observó las mutaciones *semperflorens* y *abyssinica*; ramificación *semierecta* y *macrocarpa*, en introducciones de este origen. En trabajos posteriores se han descrito frutos grandes y alargados en las introducciones *Ennarea*, *Gimma Tana*, *Cioiccie*, *Harrar*, *Geisha* y *Agaro*. Frutos de color rojo brillante se observaron en árboles de *Barbuk* y *Rume Sudán* y semillas alargadas en las introducciones *H-1*, *Gimma Tana*, *Sudán Rume*, *Barbuk Sudán*, *Amphillo*, *Ennarea*, *Cioiccie*, *Harrar*, *Agaro* y *Dilla*. La ramificación *semierecta* es común en las introducciones *Ennarea*, *Cioiccie*, *Agaro* y *Geisha* (6). Carvalho anota además la presencia de hojas acanaladas de bordes ondulados y forma alargada, y frutos redondos de disco saliente (3).

Ya se han observado otras características de interés en materiales etíopes importados a Colombia (19): el color amarillo de los frutos ha sido observado en la introducción *Agaro Kaffa* (PI 276750); el color rojo intenso en pequeñas rayas longitudinales, como el descrito en *C. canephora*, es común en la introducción *Zeghie S-13* (PI 207631); glomérulos con dos o tres nudos se encuentran en árboles de *Ainamba Babaca* (PI 276743); y la ramificación *semierecta*, persistente en las ramas inferiores, se encuentra en árboles en la introducción *Agaro Gimma* (PI 276747).

La producción de las introducciones etíopes en el Brasil fué generalmente baja en relación con los cultivares más productivos (*Mundo Novo* y *Borbón Amarillo*). Se exceptúan las introducciones *Harrar* y *Dilla & Alge* (6). Los mejores materiales fueron los previamente seleccionados en estaciones experimentales del Viejo Mundo, pero las mejores introducciones en el Africa no lo fueron en Campinas. Aunque los resultados con 16 años de observación difieren poco de los correspondientes a 5 cosechas, se nota que algunas introducciones revelan su capacidad de producción tardíamente. La conclusión general de estos trabajos es que existe suficiente variabilidad genética para selección exitosa (4). Las mejores progenies seleccionadas en estos materiales se han usado en un cultivar compuesto de varias progenies portadoras de diferentes factores de resistencia (5).

La muestra de 25 introducciones etíopes estudiada en el presente trabajo mostró mayor variabilidad tanto entre ellas como entre plantas de la misma introducción. Ocho tuvieron una producción media muy alta, similar a la de la variedad Borbón y en tres de ellas la

variación entre árboles fué notoriamente más alta que en esta variedad. Estos materiales, muy productivos y variables en el intervalo de altos rendimientos son, por supuesto, los más prometedores para la futura selección, pero entre las introducciones de mediana y baja producción hay también bastantes con alta variación, entre las cuales se encuentran plantas muy productivas.

Esta amplia variación observada en muchas introducciones etíopes contrasta con la muy restringida, que se observa en otras. Cuatro de ellas, *Cioiccie T.J.*, *Barbuk Sudán*, *Cioiccie S-6* y *Seghie S-13*, tienen varianzas muy pequeñas, aún comparadas con el café Borbón. Algunas de ellas pueden provenir de un solo árbol, lo que explicaría su homogeneidad.

No obstante la buena producción que presentan algunas introducciones etíopes, su utilización se dificulta por varias características de grano. En primer lugar el tamaño, que es extremadamente pequeño en cinco de ellas (menos de 30 0/o de grano grande) y en diez, no alcanza un nivel comercial. Entre las ocho introducciones con alta producción, cinco tienen semillas de tamaño aceptable, pero ninguna alcanza un tamaño que pueda considerarse grande.

Aunque la forma de la semilla está poco estudiada en su aspecto comercial, es poco probable que los tipos alargados que se han designado como "E" y "E-F", puedan tener buena aceptación. El tipo "D", característico de la variedad *Barbuk*, parece carecer de valor comercial. Los tipos comerciales son los designados con las letras "F,G y F-G".

La producción de semillas de tipo caracol es bastante alta en 14 de las 25 introducciones etíopes, llegando a más de 20 0/o en cuatro de ellas. Este defecto, causado por la pérdida temprana de una de las semillas del fruto, tiene importancia económica, y de acuerdo con Carvalho y Monaco (7), es indicio de inviabilidad del gameto femenino, como lo indica la relación entre altos porcentajes de este tipo de grano y la ocurrencia de disturbios en los óvulos de líneas isogénicas y árboles tratados con agentes mutagénicos.

Otra característica de la mayoría de las selecciones etíopes es la dispersión de la cosecha a través del año. En algunas de ellas se cosecha alrededor de 35 a 40 0/o en el semestre de enero a junio, mientras en el café Borbón este porcentaje solo llega a 19. Igualmente, en los meses de octubre y noviembre, en que el café Borbón produce un 63 0/o de la cosecha del semestre correspondiente, en estas introducciones solo se cosecha un 36 0/o. Sin duda, la recolección de la cosecha en pequeñas cantidades en un período muy prolongado puede aumentar su costo. Sin embargo, en Colombia donde la propiedad cafetera es muy pequeña, la dispersión de la cosecha puede ser favorable para ocupar y aprovechar mejor la mano de obra, al menos en algunas regiones.

Los materiales valiosos encontrados en este trabajo se están aprovechando en diferentes formas. En primer lugar, los portadores de factores de resistencia se emplean en la selección de progenies con producción y características de grano adecuadas para la

explotación comercial, y en la transferencia de la resistencia a las variedades comerciales. En segundo lugar, en el programa de mejoramiento general por producción y calidad del producto. Y en tercer lugar, en otros programas de selección en que se aprovecha las variaciones importantes en tipo de árbol, ramificación, tamaño y forma de grano y composición química de éste.

RESUMEN

Dentro del trabajo de selección de materiales resistentes a *Hemileia vastatrix* se estudió la producción y calidad del grano de 37 introducciones y cinco selecciones locales del café Borbón, durante seis cosechas. Los conjuntos de plantas provenientes del Africa Oriental y del antiguo Congo Belga mostraron producción y tipo de grano similares a las del café Borbón, mientras que, en 25 selecciones de Etiopía, se observan diferencias acentuadas en todas las características.

En general, los materiales etíopes tienen marcados defectos: en 60 0/o de ellos el grano es muy pequeño y en 50 0/o la cantidad de granos caracoles es elevada. No obstante que un tercio de los materiales etíopes tienen altas producciones, y algunos, resistencia a la roya conferida por los factores SH1 y SH4, ninguno de ellos combina estas características con grano de tipo comercial.

La variación de la producción de los árboles dentro de cada introducción, medida por su varianza, se tomó como índice de la probabilidad de éxito en la selección. Para las introducciones del Africa Oriental y antiguo Congo Belga las varianzas son pequeñas y similares o inferiores a las del café Borbón. En los grupos de Etiopía hay varianzas muy altas, tanto en los materiales muy productivos como en los de bajo rendimiento. En contra de lo esperado, se observa también introducciones muy homogéneas, lo cual indicaría un origen muy restringido.

En general las introducciones etíopes presentan la cosecha dispersa durante todo el año. En los casos más notables la producción de enero a junio alcanza valores de 35 0/o a 40 0/o mientras en el café Borbón solo llega a 19 0/o.

SUMMARY

The yield and bean quality of 37 coffee collections and 5 local Bourbon selections were studied during six crops for the search of good trees resistant to *Hemileia vastatrix*. Coffee sets from East Africa and the former Belgian Congo have productions and bean characteristics similar to those of the Bourbon variety.

The 25 Ethiopian collections display marked differences in all characteristics observed. In general, the sets of this origin show notorious defects: 60 % of them have small bean size and 50 % produce high percentages of pea beans. While a third of these materials yields good crops and several possess resistance to leaf rust given by the factors SH1 and SH4, no one of them combines high yield and resistance with acceptable bean quality.

Tree to tree variation within each collection, as measured by their variances, was used as an index of selection success. The sets from East Africa and the former Belgian Congo show variances similar to or smaller than those of the Bourbon selections. On the other hand, great variances were found in Ethiopian materials, both in the most and the least productive groups. Contrary to expected, very homogeneous collections were observed, indicating a restricted origin of the corresponding collections.

Ethiopian sets show, in general, a crop well dispersed throughout the year. In the most outstanding cases, the yield produced from January to June reaches 35 to 40 % of the total crop, while this percentage is only 19 in the Bourbon variety.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BETTENCOURT, A. J. e CARVALHO, A. Melhoramento visando a resistencia do cafeeiro a ferrugem. *Bragantia* 27(4):35-68. 1968.
- 2.- BETTENCOURT, A. J. and NORONHA-WAGNER, M. Genetic factors conditioning resistance of *Coffea arabica* L. to *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. *Agronomia Lusitana* (Portugal) 31(4):285-292. 1969.
- 3.- CARVALHO, A. Genetica de *Coffea*. XXIV. Mutantes de *Coffea arabica* procedentes de Ethiopia. *Bragantia* 18(25):353-371. 1959.
- 4.- CARVALHO, A. e MONACO, L. C. Adaptacao e produtividade de cafeeiro portadores de factores para resistencia *Hemileia vastatrix*. *Ciencia e Cultura* 24(10):924-932. 1972.
- 5.- CARVALHO, A., FAZUOLI, L. C. e MONACO, L. C. Iarana, novo cultivar de *Coffea arabica*. Em Congresso Brasileiro sobre Pesquisas cafeeiras, 2^o, Pocos de Caldas 10-14 de setembro de 1974. Resumos dos trabalhos apresentados. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1974. p. 168.
- 6.- CARVALHO, A., MONACO, L. C. e SCARANARI, H. J. Melhoramento do cafeeiro. XXIV. Variacao na produtividade de cafeeiros importados, com referencia especial ao material da Ethiopia e do Sudao. *Bragantia* 21(13):215-239. 1962.
- 7.- CARVALHO, A. et al. *Coffea arabica* L. and *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. In Ferwerda, F. P. and F. Wit. *Outlines of perennial crop breeding in the tropics*. Wageningen, H. Veenman & Zonen N. V. Miscellaneous papers N^o 4. 1969. pp. 189-216.

- CHEVALIER, A. Les caféiers du globe. I. Généralités sur les caféiers. Paris, Paul Lechevalier, 1929. pp. 108-109. (Encyclopedia biologique N^o 5).
- FERNIE, L. M. The selection of Arabica coffee at Lyamungu. I. The "N" series. In Tanganyika Coffea Research Station. Research Report, 1960. Lyamungu, Tanganyika Coffee Board, 1961. pp. 12-17.
- FERNIE, L. M. The selection of Arabica Coffee at Lyamungu. II. The "KP" series. In Tanganyika Coffee Research Station. Research Report, 1961. Lyamungu, Tanganyika Coffee Board, 1962. pp. 14-19.
- FERNIE, L. M. The selection of Arabica Coffea at Lyamungu. III. The "H" serie In Tanganyika Coffee Research Station. Research Report, 1962. Lyamungu, Tanganyika Coffee Board, 1963. pp. 22-26.
- INDIAN COFFEE BOARD. Research Department. Sixth Annual Report 1952-53. Balehonnur, 1954. pp. 7-13 (Bulletin N^o 6).
- JONES, P. A. Notes on the varieties of *Coffea arabica* in Kenya. In Coffee Board of Kenya. A bibliography and selected articles from coffee culture 1935-56. Ruiru, 1957. pp. 158-166.
- KRUG, C. A., MENDES, J. E. T. & CARVALHO, A. Taxonomía de *Coffea arabica* L.; descricao das variedades e formas encontradas no Estado de Sao Paulo. Campinas, Instituto Agronómico do Estado de Sao Paulo, Boletín Técnico N^o 62. 1939. 57 p.
- MEYER, F. G. Notes on wild *Coffea arabica* from Southwestern Ethiopia. With some historical considerations. Economic Botany 19(2):136-151. 1965.
- 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.
- NORONHA-WAGNER, M. and BETTENCOURT, A. J. Genetic study of the resistance of *Coffea* spp. to leaf rust. I. Identification and behavior of four factors conditioning disease reaction in *Coffea arabica* to twelve physiologic races of *Hemileia vastatrix*. Canadian Journal of Botany 45(11):2021-2031. 1967.
- OEIRAS. CENTRO DE INVESTIGACAO DAS FERRUGENS DO CAFEEIRO. Coffee rust research center. Progress report 1960-1965. Portugal, Junta de Investigações do Ultramar, 1965. 144 p.
- OROZCO, F. J. y MARIN, N., H. Caracterización de selecciones de café Etíope por medio de medidas biométricas. Cenicafé (Colombia) 23(2):29-60. 1972.
- RAYNER, R. W. Leaf rust. In Coffee Board of Kenya. A bibliography and selected articles from coffee culture 1935-56. Ruiru, 1957. pp. 101-110.
- SNOECK, J. & PETIT, R. Stude comparative des productions de diverses lignées de *Coffea arabica*. Institut National pour l'Etude Agronomique (I.N.E.A.C.). Bulletin d'Information 13(1-6):145-171. 1964.
- SYLVAIN, P. G. Ethiopian coffee-its significance to world coffee problem. Economic Botany 12(2):111-139. 1958.

- 23.- TANGANYIKA COFFEE BOARD. A handbook of Arabica coffee in Tanganyika. Moshi,, 1959. Section "B1".
- 24.- TANGANYIKA TERRITORY. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Fourth annual report of the Coffee Research and Experimental Station, Lyamungu, Moshi 1937. Dar Es Salaam, Government Printer, 1938. 55 p. (Pamphlet N^o 22).
- 25.- TANGANYIKA TERRITORY. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Third annual report of the Coffee Research and Experimental Station, Lyamungu, Moshi 1936. Dar Es Salaam, Government Printer, 1937. 90 p.
- 26.- WALLIS, S. A. N. La calidad del café arábigo en Kenia y Tanzania, Café (Perú) 8(1-2):2-17. 1967.
- 27.- WELLMAN, F. L. Peligro de introducción de la *Hemileia* del café a la América. Turrialba (Costa Rica) 2(2):47-50. 1952.
- 28.- WELLMAN, F. L. Coffee; botany, cultivation and utilization. London, Leonard Hill, 1961. 488 p.