

La Variedad Colombia

Una variedad de café con resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.)



German Moreno Ruiz
Jaime Castillo Espino

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
GERENCIA TECNICA

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE

Cenicafé

CHINCHINA - CALDAS - COLOMBIA

BOLETIN TECNICO

No. 9

1984

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITE NACIONAL DE CAFETEROS

Ministro de Relaciones Exteriores
Ministro de Hacienda y Crédito Público
Ministro de Agricultura
Ministro de Desarrollo Económico
Representante del Presidente de la República
Gerente de la Caja de Crédito Agrario

Miembros elegidos para el período 1982 - 1984

PRINCIPALES

Hernán Toro Uribe
Otto Morales Benítez
Alfonso Palacio Rudas
Rodrigo Múnera Zuloaga
Milciades Zuluaga Herrera
Gustavo Ríos Ochoa
Luis Ardila Casamitjana
Sergio Bravo Pantoja

SUPLENTE

Octavio Arizmendi Posada
Mario Gómez Estrada
Lisandro Méndez Manchola
José Vicente Romero
Octavio Arbeláez Giraldo
Miguel Holguín Calderón
Rodrigo Ocampo Ospina
Sonia Castrillón de Lehmann

Gerente General

JORGE CARDENAS GUTIERREZ

Subgerente General - Primer Gerente Auxiliar

HERNAN URIBE ARANGO

Subgerente General Técnico

GERMAN VALENZUELA SAMPER

Director Centro Nacional de Investigaciones de Café

SILVIO ECHEVERRI ECHEVERRI

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
GERENCIA TECNICA
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA Y SUELOS
Sección de Fitomejoramiento

La Variedad Colombia

Una variedad de café con resistencia
a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.)

Por:
Germán Moreno Ruíz
Jaime Castillo Zapata
1984

UNA PUBLICACION DE LA SECCION DE DIVULGACION CIENTIFICA - CENICAFE

EDITORES: *José Vélez Marulanda I. A.
Héctor Fabio Ospina Ospina I. A.*

COMPOSER: *Edith Vera de Marín*

**DIBUJOS, ARTE
Y MONTAJE:** *Gonzalo Hoyos Salazar*

PORTADA: *Fotografía del I. A. Germán Moreno Ruiz.
Parcelas de multiplicación de la variedad
Colombia en el Departamento del Quindío.*

**Segunda Edición
1986**

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
NECESIDAD DE VARIEDADES MEJORADAS CON RESISTENCIA A LA ROYA DEL CAFETO	2
SELECCION DE VARIEDADES RESISTENTES A LA ROYA DEL CAFETO	3
Objetivos y dificultades	3
SISTEMA DE MEJORAMIENTO	6
Progenitores empleados en los cruzamientos	7
El proceso de selección	8
ALGUNOS RESULTADOS IMPORTANTES	14
Arquitectura de las plantas	14
Producción y adaptabilidad	16
Características de la semilla	18
Calidad de la bebida	19
Resistencia a la roya	20
PROPAGACION Y SUMINISTRO DE SEMILLA	21
Obtención de la semilla para las siembras	23
DIVERSIDAD GENETICA: PROTECCION CONTRA EPIDEMIAS	24

INTRODUCCION

Esta publicación va dirigida a los ingenieros agrónomos y técnicos agrícolas interesados en el problema del control de la roya del cafeto por medio de variedades resistentes.

*La intención primordial es presentar un resumen claro del proceso seguido en la obtención de la variedad Colombia, cultivar resistente a *Hemileia vastatrix*, incluyendo la discusión de los problemas y dificultades que suelen ocurrir en este tipo de trabajo, evitando en la explicación el empleo de tecnicismos y conceptos científicos muy elaborados.*

Es ésta, en consecuencia, una guía para que los profesionales del agro ilustren al cultivador en el empleo correcto de un nuevo y valioso recurso tecnológico para el cultivo del café, como son las variedades mejoradas.

NECESIDAD DE VARIEDADES MEJORADAS CON RESISTENCIA A LA ROYA DEL CAFETO

La uniformidad genética de las variedades de café cultivadas en América Latina es un hecho conocido y ampliamente comprobado. Hace 40 años dos variedades cubrían casi toda el área sembrada: las llamadas Arábigo o Típica y el café Borbón. Como es sabido, la variedad Típica, introducida a la América en el siglo XVIII, proviene de semillas recolectadas en una sola planta cultivada en el jardín botánico de París. Su uniformidad ha sido comprobada en varios experimentos en Colombia y en otros países de Hispanoamérica. El café Borbón proviene de las Islas Reunión, y probablemente también se deriva de pocas plantas. Su uniformidad ha sido demostrada en las investigaciones del Brasil.

En las últimas décadas dos nuevos cultivares han adquirido importancia. La variedad Mundo Novo tomó gran auge en el Brasil y la variedad Caturra ha ocupado una extensión considerable en Colombia y en varios países de la América Central. Sin embargo, ninguna de las variedades mencionadas posee la diversidad genética que los mejoradores requieren en sus programas de selección para hacer frente a ciertos problemas, especialmente de naturaleza patológica. El profesor Wellman ha hecho notar la susceptibilidad general a una serie considerable de enfermedades y plagas que exhiben estos cultivares, la cual está íntimamente relacionada con su homogeneidad genética.

Entre estas enfermedades se destacan por su gravedad, la roya, causada por *Hemileia vastatrix*, y la enfermedad del fruto, producida por el hongo *Colletotrichum coffeanum*, que se encuentra confinada al continente africano. La roya se extendió por Africa y Asia después de 1880 y estuvo ausente de América hasta 1970, año en el cual hizo su aparición en el Brasil. Desde entonces ha sido registrada en 11 países, incluyendo la mayoría de los de América Central y Colombia, donde se detectó en septiembre de 1983.

El efecto de la roya en la disminución de la producción es gradual y los costos del control químico se incrementan en la medida en que se propaga la enfermedad; sin embargo, la alternativa que permite mantener la producción y evitar los costos del control químico, es el uso de variedades resistentes.

Es pues clara la necesidad de crear nuevos cultivares de café con resistencia a la roya y con suficiente variabilidad genética, para hacer frente, no solamente a esta enfermedad, sino a otras amenazas potenciales.

SELECCION DE VARIEDADES RESISTENTES A LA ROYA DEL CAFETO

Objetivos y Dificultades

Según el texto clásico de mejoramiento de plantas de R.W. Allard, la meta final del mejorador es el aumento de la producción, la cual puede alcanzarse por diferentes vías. La adaptación de variedades a nuevas áreas de cultivo, cuyo ejemplo más notable son las especies tropicales seleccionadas para la zona templada, ha sido una de las vías más utilizadas. Otro sistema exitoso ha sido el desarrollo de variedades con determinados caracteres agronómicos, que las hacen aptas para prácticas de cultivo intensivo y mecanizado. Las variedades enanas son ejemplos de gran impacto en Estados Unidos en cultivos como el sorgo y especialmente en trigo, cuyo empleo hizo posible la revolución verde en países en desarrollo. Otro método que ha dado resultados espectaculares en la agricultura moderna ha sido el empleo de variedades resistentes a las plagas y enfermedades, cuyos efectos benéficos en el aumento y estabilización de la producción, son similares a los obtenidos al incorporar tolerancia al frío, al calor y a la sequía, en cultivos de importancia económica.

Pero no solamente la producción está involucrada en el mejoramiento de las plantas: el incremento de la calidad de los productos es definitivo, para lo cual es necesario considerar las necesidades del consumidor, la tecnología de conservación, almacenamiento y empaque de los productos.

En la selección de una variedad de café resistente a la roya y apta para las condiciones de Colombia, se han considerado varios de estos aspectos: en primer lugar se ha incorporado la característica de porte bajo, que hace a las variedades mejoradas más eficientes en la utilización de la luz solar y del terreno. En segundo lugar, el aspecto de la calidad del producto se ha vigilado cuidadosamente: se han reducido los defectos de grano heredados del padre resistente u originados en el proceso de cruzamiento y se ha puesto especial cuidado en mantener la excelente calidad de la bebida que caracteriza al café colombiano. En tercer lugar, se están escogiendo aquellos materiales más productivos que presenten una amplia adaptación a diferentes ambientes de la zona cafetera y, finalmente, se está observando el comportamiento de los nuevos materiales para que en ellos no se incremente la susceptibilidad a otras enfermedades.



De miles de plantas se seleccionan las mejores por sus características agronómicas de calidad y resistencia.

El tiempo es un factor decisivo para realizar esta compleja labor, pues la selección simultánea o paulatina de las características mencionadas antes, disminuye notablemente las probabilidades de éxito, o prolonga considerablemente el proceso de selección. Debe tenerse en cuenta que el café es un cultivo semiperenne cuyo ciclo de selección se prolonga por 7 u 8 años.

El manejo de la resistencia a *Hemileia vastatrix* presenta un alto grado de dificultad. Es este un organismo cambiante que tiene la facultad de variar su constitución genética. El resultado de tales cambios es la aparición de nuevas razas patogénicas a las variedades antes resistentes.

En la conformación de las nuevas variedades se está utilizando un esquema de diversidad genética con el cual se espera enfrentar con éxito la variabilidad del patógeno. Una variedad formada por un solo tipo de resistencia será uniformemente vulnerable ante una nueva raza del patógeno, sin que barrera alguna se interponga a la diseminación de la enfermedad. Al contrario, en una variedad compuesta, en que estén presentes diferentes tipos de resistencia, solo algunos de sus componentes serán susceptibles ante una nueva raza y su diversidad opondrá barreras eficaces a la diseminación del patógeno. En este caso, la variedad resulta amortiguada o estabilizada contra el desarrollo de epidemias de carácter explosivo.*



Los materiales promisorios se prueban en diferentes localidades para establecer su rango de adaptación.

* Ver "DIVERSIDAD GENETICA: PROTECCION CONTRA EPIDEMIAS", Página 24.

SISTEMA DE MEJORAMIENTO

Desde 1953 se introdujeron a Colombia nuevos materiales portadores de resistencia a la roya. Su evaluación agronómica, efectuada en los años subsiguientes, demostró que son portadores de defectos que los inhabilitan para ser usados comercialmente sin someterlos a un proceso prolongado de selección. Ante este hecho, la transferencia de la resistencia a las variedades comerciales surgió como la alternativa más conveniente. Esta transferencia se efectúa por medio de cruzamientos entre plantas resistentes a la roya, seleccionadas dentro de la colección de germoplasma de Cenicafé, y variedades comerciales de alta producción y tipo agronómico deseable. Por un largo proceso de selección, a través de varias generaciones, se escogen dentro de la descendencia las plantas que combinan las buenas características agronómicas y la resistencia a la roya. Estas plantas sirven de base para la etapa de multiplicación.

Progenitores empleados en los cruzamientos

Se ha escogido el “Híbrido de Timor” como progenitor básico portador de la resistencia, por razones de orden científico y práctico. El Híbrido de Timor se originó en la isla de este nombre, probablemente por cruzamiento espontáneo entre las especies *C. arabica* y *C. canephora*. Se trata de una población de porte alto, que por algún proceso natural adquirió el mismo número de cromosomas correspondientes al café arábigo, es decir, 44. Como todas las variedades de esta especie, también se autopoliniza. Además, posee varios genes de resistencia a la roya, hecho afortunado para el programa adoptado en Colombia, pues en el proceso de cruzamiento con variedades de *C. arabica*, se forman en la descendencia nuevas combinaciones de genes que aseguran una extensa diversidad genética.

En los cruzamientos mencionados se ha dado preferencia a las variedades comerciales de porte bajo, por ser las más adecuadas para los cultivos intensivos. Además, con este tipo de plantas se facilita la recolección y se obtiene un mayor número de cosechas antes que sea necesario efectuar una renovación a causa de la altura excesiva de la plantación.

El porte bajo está controlado por genes de enanismo que están presentes en diferentes cultivares, pero se ha dado preferencia a los cruzamientos con las variedades Caturra y Catuai que los poseen, porque son de buen comportamiento agronómico en Colombia.



Además de la resistencia a la roya, el Híbrido de Timor posee otras ventajas que lo constituyen en un progenitor apropiado para los cruzamientos con variedades susceptibles.



Una variedad de porte bajo facilita la cosecha y es más adecuada para el cultivo intensivo.

El proceso de selección

El esquema de mejoramiento seguido con el Híbrido de Timor se ilustra en la Figura 1. Hasta el momento la selección se ha continuado hasta la quinta generación. En el plan se ha incluido una serie de retrocruzamientos hacia los progenitores comerciales, con el fin de eliminar algunas características indeseables. Sin embargo, este proceso se emplea con menor intensidad porque va en detrimento de la resistencia.

Los materiales que reúnen resistencia a la roya y características agronómicas promisorias se propagan separadamente. Posteriormente se elaborarán mezclas con las semillas provenientes de los más sobresalientes para entregarlas a los agricultores en forma de un cultivar compuesto.

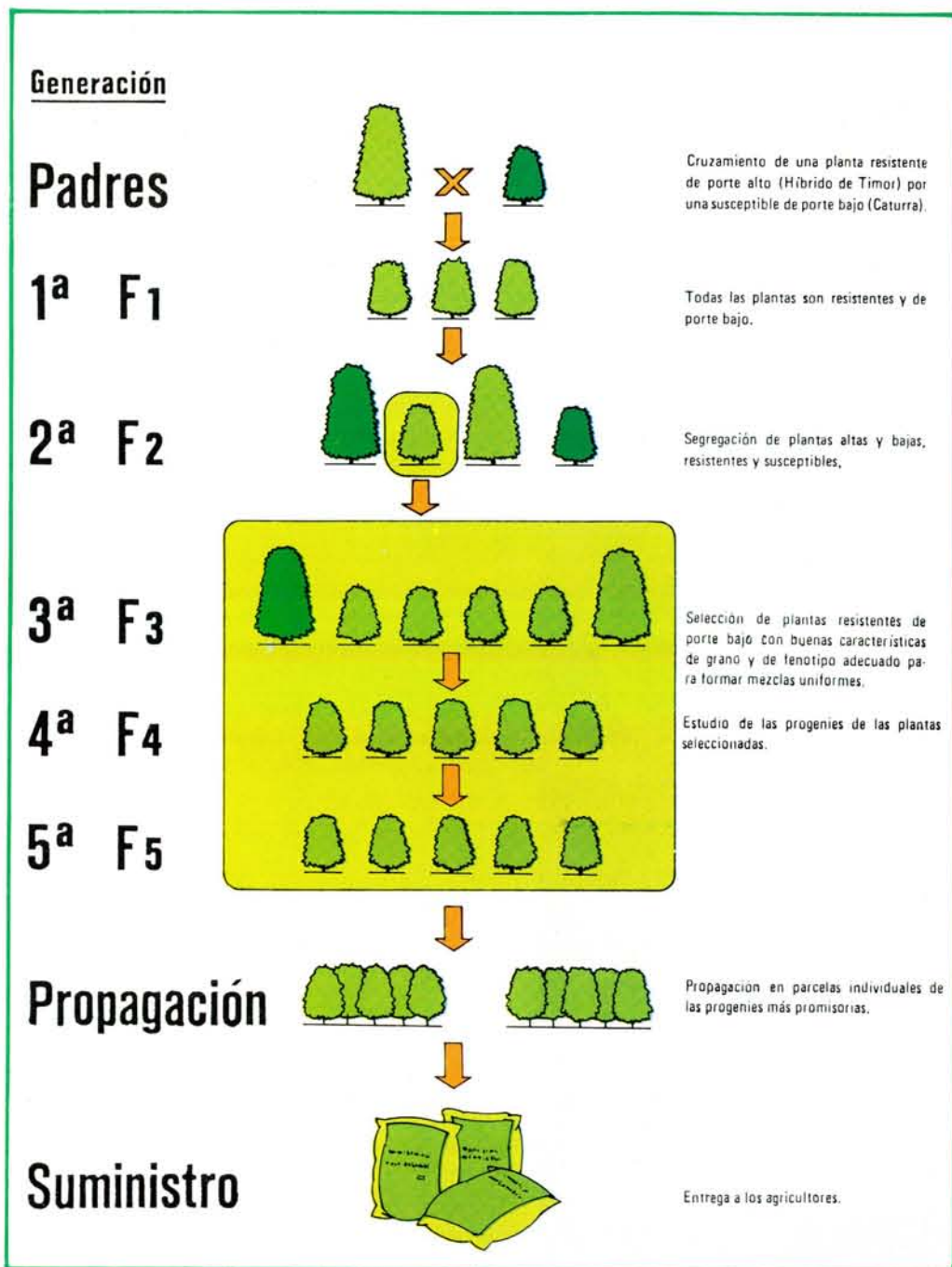


FIGURA 1.- Proceso de obtención de materiales mejorados a partir del Híbrido de Timor.



En el proceso de emasculación se eliminan las anteras de la planta madre.



Mediante la polinización se fecundan las flores de la planta madre.



Las flores polinizadas se marcan y se protegen para evitar la contaminación con polen extraño.



La semilla proveniente de los cruzamientos da origen a las nuevas generaciones que reúnen las características de los dos progenitores.

Desde el año 1968 se han efectuado en Colombia numerosos cruzamientos entre plantas del Híbrido de Timor (Introducción del CIFC No. 1343) con las variedades Caturra y Catuai. El programa se intensificó después de 1970 y como resultado, miles de plantas se están evaluando en la actualidad (Tabla 1).

TABLA 1.- MATERIALES DERIVADOS DE CRUZAMIENTOS EFECTUADOS EN COLOMBIA CON EL HIBRIDO DE TIMOR, ESTUDIADOS DE 1970 A 1985.

<i>Ensayos No.</i>	<i>Plantas No.</i>	<i>Generaciones F1, F2, F3, F4, F5 No.</i>	<i>Retrocruces No.</i>	<i>Cruces Complejos No.</i>
53	28.570	736	235	54

A partir de la tercera generación se hacen ensayos comparativos en seis sitios de la zona cafetera (Figura 2).

En la descendencia de los cruzamientos se libera una gran variación en características de importancia económica, como producción, vigor, adaptación a diferentes zonas y caracteres del grano y de la bebida, y en otras de segundo orden, como tipo de ramificación, forma, color y tamaño de las hojas etc. Todos los caracteres anteriores se registran planta por planta varias veces por año, durante el transcurso de cinco cosechas.



FIGURA 2.- Localización de los lugares de experimentación.

La prueba de la resistencia a la roya se efectúa en Portugal en el Centro de Investigaciones de las Royas de Café (C.I.F.C. según la sigla en portugués), gracias a un convenio establecido entre la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el gobierno de Portugal.

Plántulas (chapolas) provenientes de árboles seleccionados en los experimentos de Colombia, se envían al CIFIC donde se inoculan con todas las razas de *H. vastatrix* existentes en la colección de esa institución (Fotografías, pág. 13).

Después de inoculadas, las plántulas se clasifican en "grupos fisiológicos" de acuerdo con su reacción de resistencia o de susceptibilidad.

Los resultados de estas pruebas sirven para identificar en Colombia los árboles que producen las progenies con resistencia de mayor utilidad, con los cuales se continúan los trabajos de selección.

*



*La colección de razas de *Hemileia vastatrix* se mantiene en plantas diferenciales en el Centro de Investigación de la Roya del Cafeto (C.I.F.C.), en Portugal.*



La inoculación de las razas del patógeno permite la prueba de resistencia en los materiales mejorados.

*



Condiciones de humedad y temperatura apropiadas para el hongo, determinan el éxito de la inoculación.

*



Las reacciones nítidas de susceptibilidad garantizan una segura selección del material resistente.

* Fotografías cedidas por Marcelino Lima Rodríguez

ALGUNOS RESULTADOS IMPORTANTES

Arquitectura de las plantas

Al considerar la arquitectura de las plantas el aspecto de más interés en el programa es la reducción del tamaño de las mismas. La selección por porte bajo se practica hasta la tercera generación, en la cual se pueden conseguir progenies homogéneas con esta característica definida.

Un grupo de 30 progenies de cuarta generación del cruzamiento de Caturra x Híbrido de Timor, a las que se les ha incorporado el gen de porte bajo, sirve para ilustrar cuál es la altura en esta población. Como se aprecia en la Figura 3 las progenies F4 y las variedades de porte bajo forman poblaciones con altura equivalente, pues su promedio y variación son muy similares. En algunos sitios la diferencia entre las progenies F4 y uno cualquiera de los testigos alcanza significación estadística, pero en ningún caso tiene importancia práctica. Esto indica que al efectuar una mezcla con las progenies F4 se formará una población con un grado tolerable de variación en altura, que puede ser sembrada a las mismas distancias usadas con las variedades Caturra y Catuai.

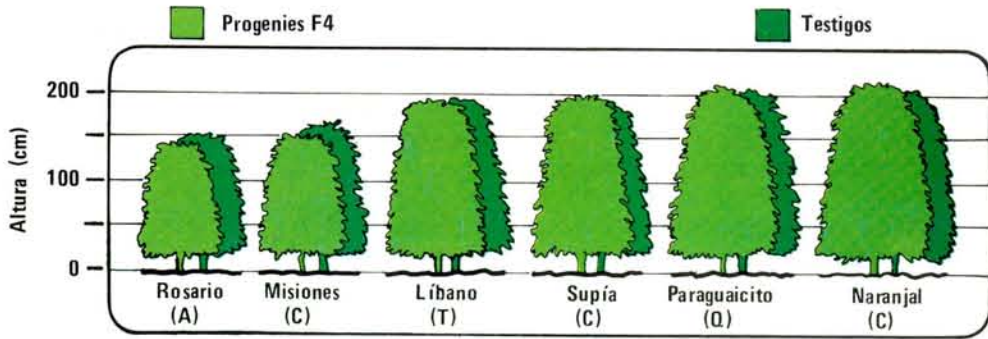
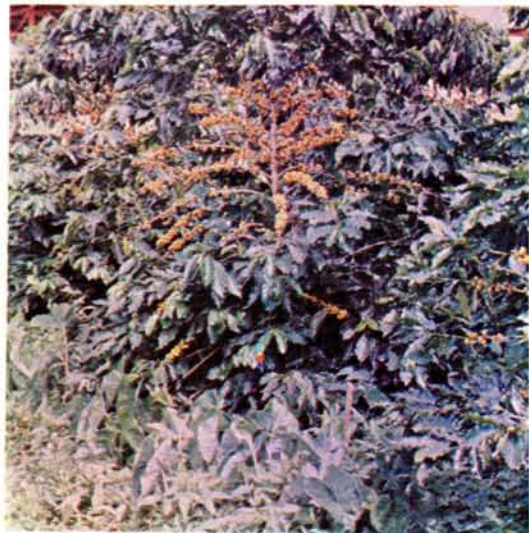


FIGURA 3.- Altura media de las progenies F4 y los testigos de porte bajo, medida a los 36 meses, en diferentes localidades.

Otros aspectos que se tienen en cuenta dentro del concepto de arquitectura de las plantas son el tipo de ramificación, la forma, el tamaño y el color de las hojas. En estos caracteres existe notable variación en la descendencia de los cruces de Caturra x Híbrido de Timor, pero predominan los tipos intermedios entre las características de los padres. Entre las plantas de mejor comportamiento agronómico se seleccionan como progenitores las más parecidas al tipo "Caturra", lo cual ha dado origen en las generaciones más avanzadas a progenies en que predomina el aspecto de esta variedad.



Tamaño y color de las hojas.



Distribución de las ramas y fructificación.

Producción y adaptabilidad

Las progenies resultantes de los cruzamientos de Caturra x Híbrido de Timor forman una población tan productiva como las variedades comerciales de tipo Caturra, como se muestra en las Figuras 4 y 5.

En siete ensayos efectuados en cinco sitios del país, las progenies F3, cuyo número varió entre 7 y 17, produjeron en forma similar a las variedades Caturra rojo y amarillo. Las diferencias ocurrieron en forma fortuita y en los casos extremos fueron tan solo de 16^o/o a favor de las progenies en Albán (Valle), y de 14^o/o a favor de los testigos en el Líbano (Tolima).

Debe hacerse notar que uno de los objetivos de los ensayos es seleccionar solamente las mejores progenies. Al efectuar esta selección, tomando como límite la producción de los testigos, se observa en la misma gráfica, que en todos los sitios hay progenies de igual o superior producción que las variedades de tipo Caturra.

Una situación similar ocurre en las progenies F4 que se están probando en seis localidades en el sentido que, en todos los sitios hay progenies iguales o superiores a las variedades de tipo Caturra (Figura 5).

Las progenies F3 y F4 no solamente son materiales productivos sino que todavía muestran un nivel alto de variabilidad genética que permitirá la selección de nuevos tipos que posiblemente sobrepasen el actual nivel de producción. Algunas de las progenies estudiadas se adaptan bien a una zona extensa del país, pues en todos los sitios donde se han probado sobresalen por su alta producción (Figura 6).

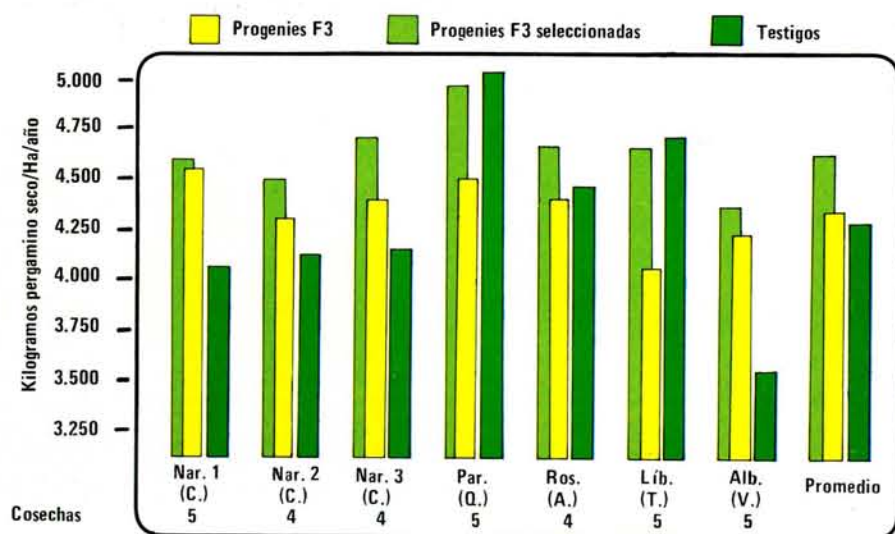


FIGURA 4.- Producción media en kilogramos de café pergamino seco por hectárea por año, de progenies F3 de Caturra por Híbrido de Timor y variedades testigo, en varios sitios.

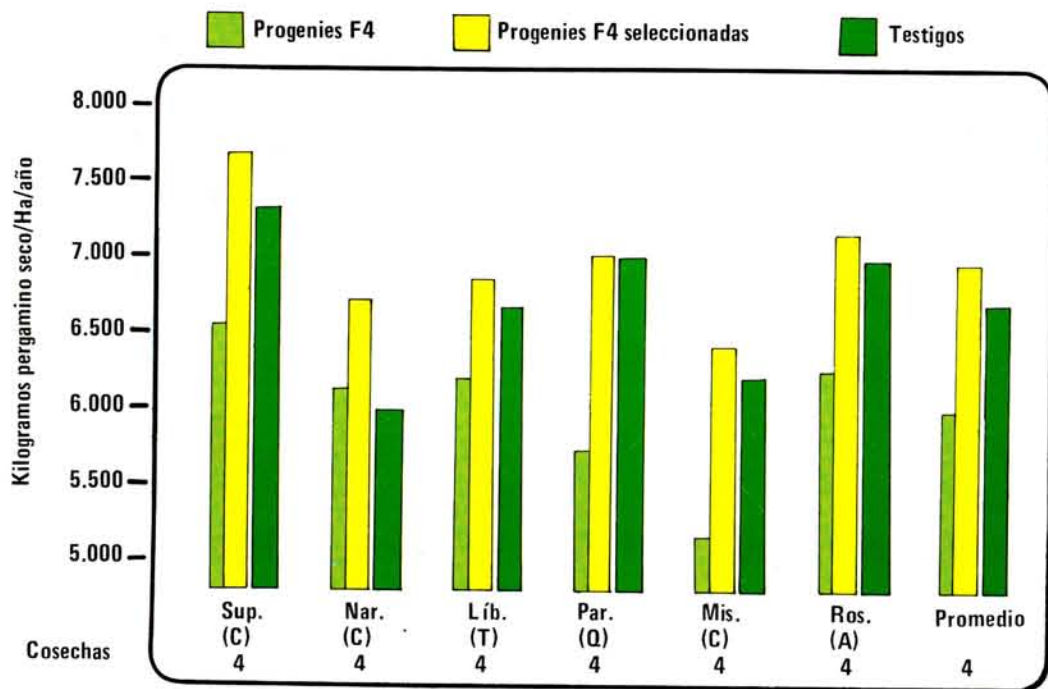


FIGURA 5.- Producción media en kilogramos de café pergamino seco por hectárea por año, de progenies F4 de Caturra por Híbrido de Timor y variedades testigo, en varios sitios.

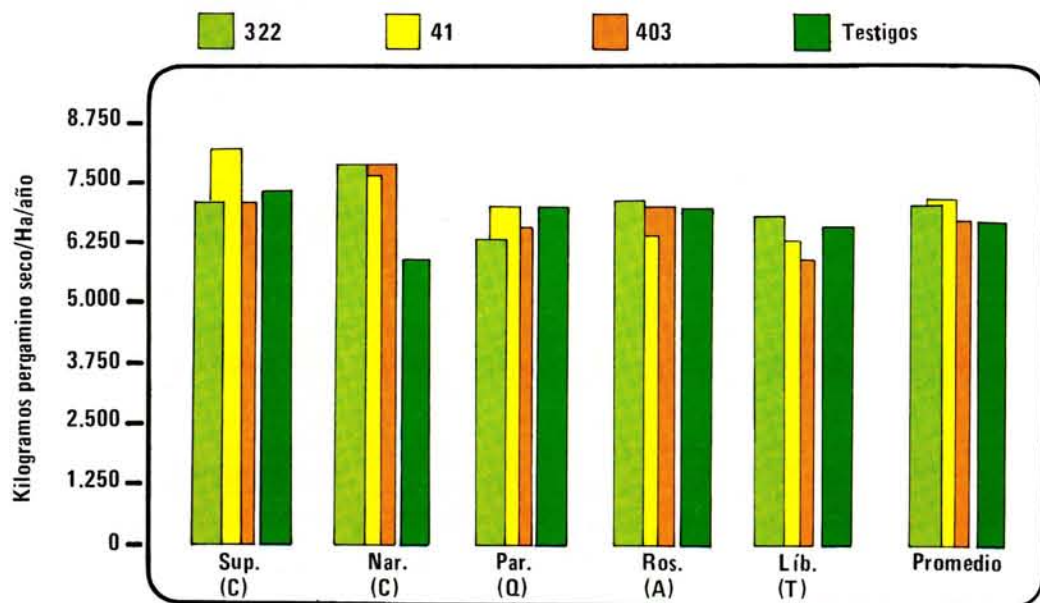


FIGURA 6.- Rendimiento medio por hectárea por año de cuatro cosechas, de las progenies F4 de Caturra por Híbrido de Timor más productivas y de los testigos de porte bajo, en diferentes sitios.

Características de la semilla

En los descendientes de los cruzamientos entre Caturra y el Híbrido de Timor son comunes los defectos en las semillas, entre los cuales sobresalen las "semillas vacías", la presencia de granos de forma "caracol" y de tamaño pequeño.

Por medio de selección en cada generación, se ha logrado reducir las cantidades de estos defectos a niveles comparables a los que presentan las variedades comerciales, tal como se muestra en la Figura 7.

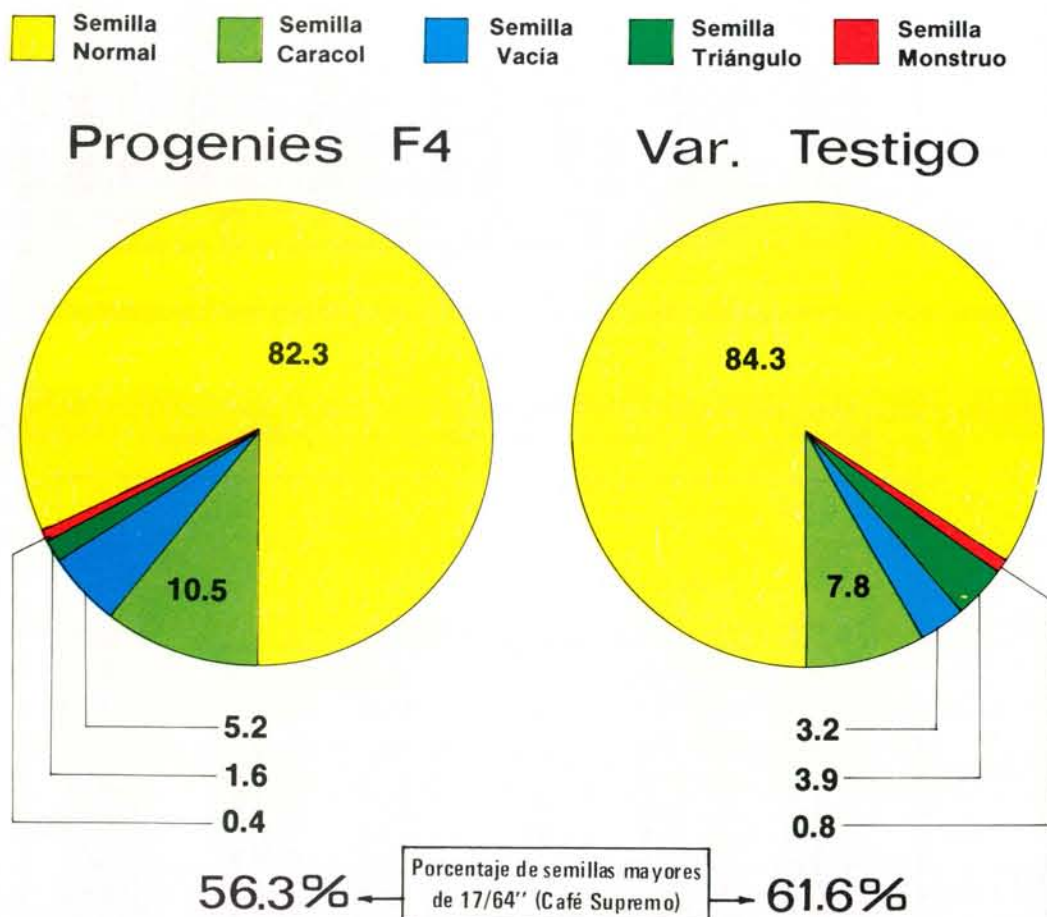


FIGURA 7.- Características del grano en 30 progenies F4 de Caturra por Híbrido de Timor y en variedades comerciales.



Por medio de numerosas muestras, se evalúan en los laboratorios, las características de la semilla del material experimental.

Calidad de la bebida

Para las pruebas de calidad en taza se emplean grupos de expertos degustadores del país y del exterior, que evalúan la acidez, el cuerpo, el aroma y el sabor de muestras tomadas a las progenies más avanzadas y a variedades comerciales usadas como testigo.

Los resultados indican que la mayor parte de las progenies F3 y F4 que se han probado, producen el mismo tipo de bebida que las variedades comerciales Típica, Borbón y Caturra. Algunas progenies han recibido la misma calificación del café de exportación tipo Excelso. Estos resultados demuestran que no habrá objeción sobre la calidad en taza de los materiales mejorados.

Resistencia a la roya

Miles de plántulas pertenecientes a cientos de familias derivadas de cruzamientos de Caturra x Híbrido de Timor, se han probado en Portugal a partir de 1970. Las reacciones de resistencia o de susceptibilidad han permitido clasificar el material probado en seis grupos fisiológicos denominados A, 1, 2, 3, 4 y E, como se aprecia en la Figura 8.

Son de especial interés los descendientes que pertenecen al grupo fisiológico A porque no son atacados por ninguna de las razas determinadas hasta el momento. En segundo lugar, se destacan los que pertenecen a los grupos denominados 1, 2, 3 y 4 que son atacados por algunas razas de la colección del C.I.F.C., pero que no están presentes en las plantaciones de América. Los descendientes del grupo fisiológico E son los de menos valor en el programa porque son susceptibles a todas las razas descubiertas en América, pero el ataque en estas plantas es muy leve si se compara con el de las variedades testigo.

El hecho destacable es que la proporción de plantas del grupo E es notablemente baja, inferior a 6%, la cual haría innecesario el control químico. Además, en el programa general se eliminan los progenitores que producen descendientes del grupo E, con lo cual la proporción de plantas susceptibles a las razas más comunes podrá reducirse en el campo, a proporciones cercanas a cero.

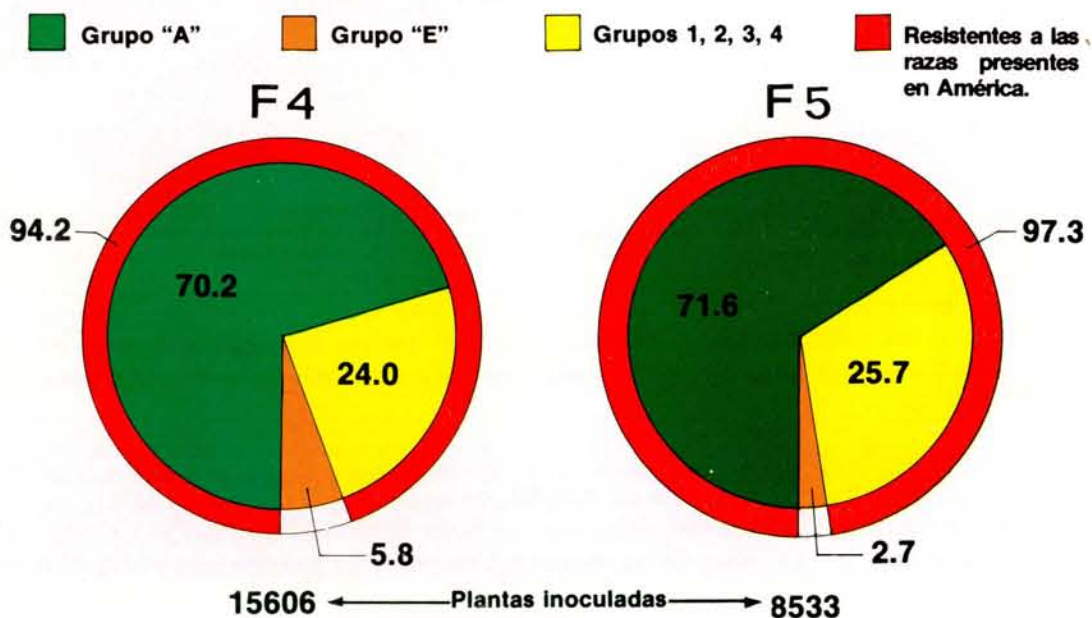


FIGURA 8.- Distribución porcentual de grupos fisiológicos en generaciones de Caturra por Híbrido de Timor, probadas en Portugal hasta 1981, contra *Hemileia vastatrix*.

PROPAGACION Y SUMINISTRO DE SEMILLA

Como resultado del proceso descrito, Colombia ha podido desarrollar, en ausencia de la enfermedad, valiosos materiales resistentes a la roya que reúnen los requisitos mínimos para un cultivo tecnificado: porte bajo de las plantas, suficiente homogeneidad fenotípica, buena producción y características del grano y de la bebida similares a las de las variedades comerciales.

Con estos materiales se ha establecido un plan de propagación y suministro de semilla, que se muestra en forma esquemática en la Figura 9. Las progenies sobresalientes se estudian detalladamente en ensayos instalados en diferentes sitios del país y simultáneamente se propagan las más sobresalientes en parcelas separadas, localizadas en varias fincas escogidas con este fin. En la actualidad existen 39 hectáreas de propagación de semilla, localizadas en los municipios de Montenegro, Departamento del Quindío; Líbano, Departamento del Tolima; Sevilla, Departamento del Valle, y Venecia, Departamento de Antioquia.

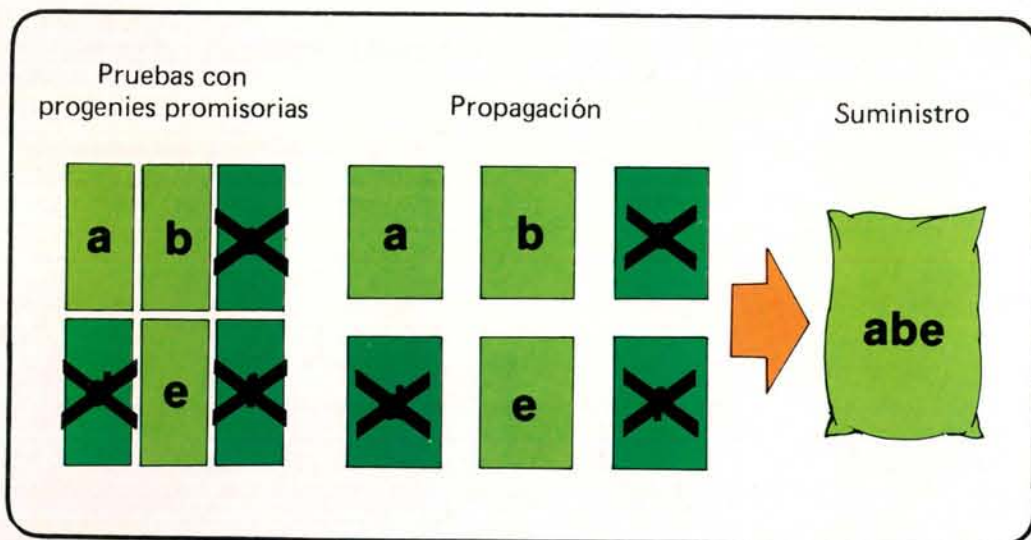


FIGURA 9.- Esquema de las pruebas, propagación y suministro de semilla.

Con la semilla producida por las mejores progenies se forma una mezcla que dá origen a una variedad con uniformidad fenotípica aceptable y gran diversidad en resistencia a la roya, que asegura su estabilidad frente a las razas del patógeno que puedan presentarse.

Esta mezcla, o cultivar compuesto, se está entregando a los agricultores desde 1983, con el nombre de VARIEDAD COLOMBIA.



Los materiales sobresalientes se propagan en parcelas aisladas.

Obtención de la semilla para las siembras

El caracter de cultivar compuesto de la variedad Colombia implica un cambio en la forma acostumbrada hasta ahora por el agricultor para surtirse de semilla. Siempre que se hagan nuevas siembras con la variedad Colombia se debe utilizar la semilla producida por la Federación Nacional de Cafeteros y evitar el empleo de semilla originada en fincas particulares, por las siguientes razones.

- a. El material suministrado por la Federación Nacional de Cafeteros es una mezcla de semillas provenientes de numerosas progenies seleccionadas con el fin de mantener una gran diversidad en la resistencia a la roya, para proteger la variedad contra la aparición de nuevas razas. Si se toma semilla de plantaciones comerciales se corre el riesgo de reducir drásticamente la diversidad buscada.
- b. Cada vez que se seleccionen nuevos y mejores materiales resistentes, se incluirán en la variedad Colombia, para enriquecerla. Es obvio que no puede aprovecharse estas ventajas si la semilla proviene de cafetales comerciales.
- c. Cuando ya se presenten razas de roya capaces de atacar algún componente de la variedad Colombia, este componente se retirará de la mezcla de la variedad y será reemplazado por otro que sea resistente. Así la semilla producida por la Federación Nacional de Cafeteros se mantendrá "actualizada" en su resistencia a la roya.



DIVERSIDAD GENETICA: PROTECCION CONTRA EPIDEMIAS

Desde hace mucho tiempo los centros de origen de los principales cultivos comerciales han llamado la atención de los investigadores porque en ellos existe un equilibrio patológico, que impide el desarrollo de epidemias de carácter explosivo. Los científicos sugieren que para alcanzar ese equilibrio en que huésped y patógeno conviven armónicamente, la gran diversidad genética de las plantas, en sus regiones de origen, es el factor decisivo.

En estado silvestre las especies alógamas mantienen gran diversidad como consecuencia de su elevada tasa de polinización cruzada. En estas condiciones opera la selección natural a favor de los genotipos resistentes más eficaces para sobrevivir. En las especies autógamias, en que predomina la autopolinización, también ocurre diversidad, y debido a la selección natural surgen numerosas líneas genéticamente diferentes, que en conjunto forman una población heterogénea.

Al desarrollar variedades mejoradas ha existido la tendencia a seleccionar y utilizar muy pocos progenitores, los mejores, lo cual ha conducido a la formación de poblaciones genéticamente uniformes. La homogeneidad extrema de los nuevos cultivares ha estado asociada a la vulnerabilidad a las enfermedades. En estos casos, cuando un patógeno origina una nueva raza capaz de atacar la variedad, todas las plantas resultan susceptibles. Una plantación de este tipo ha sido comparada a un pastizal perfectamente seco. Una chispa de rayo puede originar un incendio que se extiende sin obstáculo alguno por toda la pradera, en igual forma que una enfermedad puede arrasarse rápidamente una variedad homogénea.

La manera de aumentar la variación genética en las variedades homogéneas y vulnerables a las epidemias, ha sido un asunto de mayor prioridad en el mejoramiento de los cereales, durante los últimos 30 años. Una respuesta a este problema se ha dado con las variedades multilíneas. Ellas se forman por la mezcla de semillas provenientes de varias líneas de apariencia similar y con características agronómicas comparables, pero con diferente resistencia a las royas, pues son portadoras de distintos genes. Cuando alguna raza del patógeno ataca uno o varios componentes de la variedad multilínea otros permanecen sanos, porque tienen tipos de resistencia no compatibles con las razas presentes. Pero las multilíneas protegen también porque interponen barreras a la dispersión del patógeno. En esta forma muchas plantas susceptibles a la enfermedad pueden permanecer sanas.



La variabilidad existente en las colecciones de germoplasma se aprovecha para la obtención de nuevos genotipos mejorados.

La mezcla de diferentes tipos de resistencia actúa también como un amortiguador de los ataques de la enfermedad. En el conjunto, la tasa de diseminación del patógeno se desacelera y la plantación puede producir su cosecha antes de sufrir daños graves.

Se ha dicho que la mezcla de diferentes genotipos de resistencia en las multilíneas puede provocar la rápida aparición de las razas patogénicas a todas las líneas que la componen. La experiencia del uso de variedades multilíneas de avena en Estados Unidos y de trigo en diversos países, no ha confirmado esta suposición. Al contrario, parece que las multilíneas pueden reducir o al menos estabilizar, la tasa de aparición de nuevas razas patogénicas.

En conclusión, la diversidad genética desempeña un papel relevante en el equilibrio de hospederos y patógenos, y su acción parece ser una regla común en la naturaleza. Por este motivo, los principios de la diversidad son aplicables en general al mejoramiento de las plantas, especialmente en las situaciones en que se requiere que la resistencia sea estable y duradera. En el caso del café, resulta prudente seguir el consejo del Dr. Browning, conocido experimentador en el campo del mejoramiento para resistencia a enfermedades, en el sentido de "emplear tanta diversidad genética como sea posible, sin sacrificar la productividad ni la calidad".

LITERATURA CONSULTADA

- BETTENCOURT, A. J. Consideracoes gerais sobre o Híbrido de Timor. Campinas, Brasil, Instituto Agronómico, 1973. 20 p. (Circular no. 23)
- BROWNING, J. A. Diversity - the only assurance against genetic vulnerability to disease in major crops. In: Central States Forest Tree Improvement Conference, 9^o october 10, 1974. Ames, Iowa State University, 1974. 23 p.
- BROWNING J. A. and FREY, K L. Multiline cultivars as a means of disease control. Annual Review of Phytopathology 7:355-382. 1969.
- CARVALHO A and MONACO, L C. The breeding of arabica coffee. In Ferwerda, F P and Wit, F, ed. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Wageningen, H Veenman & Zonen, 1969. p. 198-216 (Miscellaneous Papers No. 4)
- CASTILLO Z., J y MORENO R, G. Selección de cruzamientos derivados del Híbrido de Timor en la obtención de variedades mejoradas de café para Colombia. Cenicafé (Colombia) 32(2): 37-53. 1981.
- CASTILLO Z, J.; MORENO R, G. y LOPEZ D, S. Uso de resistencia genética a *Hemileia*.

vastatrix Berk & Br. existente en germoplasma de café en Colombia. Cenicafé (Colombia) 27(1): 3-25. 1976.

CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO Multilíneas gran proporción a salvo. México, s.f. 19 p. (EL CIMMYT HOY)

GENETIC VULNERABILITY OF MAJOR CROPS Washington, National Academy of Sciences, 1972. 307 p.

GONCALVES, M M. e RODRIGUEZ M L Estudos sobre o café de Timor. II Nota sobre as possibilidades de producao do 'Hibrido de Timor' no seu habitat natural, Lisboa, Missao de Estudos Agronómicos do Ultramar, 1976. pp. 31-72 (Comunicacoes no. 86)

HOOKEER, A. L. The genetics and expression of resistance in plants to rust of the genus *Puccinia*. Annual Review of Phytopathology 5:163-182. 1967.

MONACO, L. C. Consequences of the introduction of coffee rust into Brazil. Annals of the New York Academy of Sciences 287 57-71. 1977.

MORENO R, G Variabilidad de semillas anormales de café en una población F2 de Caturra x Híbrido de Timor. Cenicafé (Colombia) 28(2):39-50. 1977.

NELSON, R. R Genetics of horizontal resistance to plant diseases. Annual Review of Phytopathology 16:359-378.

NELSON, R. R. Stabilizing racial populations of plant pathogens by use of resistance genes. Journal of Environmental Quality 1(3):220-227. 1972.

PARLEVLIIET J E and ZADOKS J C The integrated concept of disease resistance; a new view including horizontal and vertical resistance in plants. Euphytica 26:5-21. 1977.

PLANK, J E Van Der. Disease resistance in plants. New York. Academic Press, 1968. 206 p.

ROBINSON, R.A. The search and need for horizontal resistance to coffee rust and prospects for similar resistance to CBD in Ethiopia. In: Reunión de Consulta de Expertos sobre prevención de la Roya del Cafeto, Turrialba, Costa Rica, 27-29 noviembre, 1973. Turrialba, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1973. pp. 25-35.

RODRIGUEZ Jr., C J BETTENCOURT A J and RIJO L. Races of the pathogen and resistance to coffee rust. Annual Review of Phytopathology 13:49-70. 1975.

VOSSSEN H A M Van der and WALYARO D J The coffee breeding programme in Kenya. A review of progress made since 1971 and plan of action for the coming years. Kenya Coffee 46(541):113-130. 1981.

WELLMAN F L and COWGILL W H Report of the 1952 coffee rust survey Mission to Europe, Africa, Asia and Hawaii. Washington, U S Department of Agriculture, Office of Foreign Agricultural Relations, 1952, v. p.