



AVANCES TÉCNICOS

Cenicafe

377



Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Noviembre de 2008

CAFÉ RESISTENTE A LLAGA MACANA

Bertha Lucía Castro-Caicedo*; Hernando Cortina-Guerrero*

Entre las enfermedades del cafeto, cuyo efecto final es la muerte de la planta, está la "llaga macana", "cáncer del tronco" o "macana del cafeto" ocasionada por el hongo *Ceratocystis fimbriata* Ell. Halst. Hunt (1, 17). Tanto las variedades de *Coffea arabica* cultivadas en Colombia como en otros países, son susceptibles a este patógeno. En los últimos años se ha observado un incremento de su infección hasta alcanzar entre el 20 y el 50% de incidencia, especialmente en cafetales zoqueados de la zona central de Colombia (15).

Ceratocystis fimbriata es un hongo habitante del suelo; su ingreso y



Café variedad Arabica resistente a llaga macana

colonización en las plantas ocurre exclusivamente por el contacto de partículas de suelo que lo contienen, con heridas frescas en cualquier parte del tallo o raíz, en plantas de todas las edades. Una vez se inicia la infección en el cafeto, los tejidos del floema son invadidos por el hongo, el cual causa lesiones oscuras irregulares y duras, que avanzan longitudinal y transversalmente, e interfieren con la circulación de agua y nutrientes, lo que provoca el marchitamiento y la muerte de la planta (1, 17). El proceso infectivo depende de la edad de la planta, puede tardar desde cuatro meses en plantas menores de un año, hasta 18 meses en plantas adultas.

* Investigador Científico II. Fitopatología y Mejoramiento Genético, respectivamente. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia.

Entre las prácticas que con frecuencia propician heridas en las plantas de café están: la renovación por zoca, el descope, la poda de ramas bajas y la desyerba con guadaña (10, 11). Sin embargo, se ha constatado que el principal factor indirecto de muerte de plantas por llaga macana, son las heridas causadas por el pisoteo en la base del tallo (10), con reportes hasta de un 50% de muerte, en cafetales establecidos en lotes con pendientes mayores al 70%. Castro *et al.* (15) estimaron pérdidas hasta de 26 @/ha/año de café pergamino seco cuando la incidencia de la enfermedad es de 13,5%.

Si se considera que la caficultura colombiana está en un 56% de su área en lotes con dicha topografía y que el apoyo de los operarios en la base de las plantas es inevitable, la enfermedad será permanente y continuará reduciendo drásticamente la población de plantas y, por ende, la producción. Entre las medidas preventivas para disminuir la entrada del patógeno a la planta, especialmente durante la renovación por zoca, está la recomendación de efectuar el zoqueo en épocas secas y la aplicación de fungicidas protectores sobre la herida, inmediatamente después del corte (13). Igualmente, cuando se realizan podas, como la “poda calavera”, se sugiere evitar las heridas con machete a ras del tallo, por lo que se recomienda cortar las ramas a 2 cm de éste, sin necesidad de aplicar fungicidas (11). Sin embargo, es difícil el control de la enfermedad en cafetales de topografía pendiente.

La resistencia genética es una alternativa que surgió con el hallazgo,

a mediados del siglo pasado, de una planta de *Coffea arabica* var. Borbón resistente a la llaga macana (Brm) (2, 17). Esta planta sobrevivió a sucesivas inoculaciones del patógeno, mientras que otras de la misma variedad murieron antes del año de ser inoculadas. Entonces, se vislumbró la posibilidad de incorporar dicha resistencia a las variedades cultivadas de porte bajo. Pese a su utilidad potencial, el desarrollo de esta variedad se postergó hasta la década de los noventa, cuando se vio la necesidad de buscar mejores estrategias que el control químico.

Características de la resistencia a llaga macana. Las investigaciones para buscar fuentes de resistencia genética a patógenos que atacan el sistema vascular en plantas perennes son pocas. Entre las limitantes más frecuentes está que la expresión y la certeza de la resistencia ocurre con frecuencia en un tiempo largo. Townsend y Douglass (20) mencionan que en olmos americanos inoculados con *Ophiostoma ulmi*, la expresión de resistencia sobrepasa los cinco años de edad. Clerivet *et al.* (16) mencionan que las reacciones específicas de defensa de las plantas a patógenos causantes de cánceres, como *C. fimbriata* f. sp. *platani*, son muy poco conocidas en plantas menores de un año. De otra parte, el procedimiento de evaluación de esta resistencia es variado y puede ir desde el más sencillo, como la mortalidad de las plantas, la evaluación del contenido de savia en la madera sana o la producción de resina en plantas enfermas,

hasta las medidas de la longitud y el ancho de la lesión, caracteres que sirven para determinar la virulencia del patógeno y la resistencia de la planta (20).

En café, las investigaciones determinaron que el patógeno inicialmente se establece, avanza por los haces del floema y causa la lesión, pero la planta inicia la formación de tejidos suberizados alrededor de la lesión, los cuales restringen la enfermedad a una área pequeña, que con el tiempo cicatriza completamente (2, 9, 17). Esta reacción ocurre en plantas de más de ocho meses de edad; el tiempo para la formación completa de tejidos de cicatrización es variable, y puede tardar más de dos años (9, 17).

Castillo (3) y Castillo y Quiceno (6), sugirieron que la herencia de la resistencia de este genotipo es por genes dominantes, y desarrollaron por autofecundación una línea dentro de la variedad Borbón (Brm), la cual es una de las variedades tradicionales de mayor productividad, pese a ser susceptible a la roya (*Hemileia vastatrix*) (4, 6, 7, 8).

El objetivo del presente trabajo fue seleccionar progenies F₅ del cruzamiento entre Caturra x Brm con alta resistencia a la llaga macana y con buenas características agronómicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cruzamientos y generaciones tempranas. En la Disciplina de Mejoramiento Genético de Cenicafé, se cruzaron plantas de Borbón (Brm) con Caturra. Al inocular el patógeno en sucesivas generaciones hasta F_4 , Castillo y Castro (9) seleccionaron progenies con resistencia a la enfermedad, uniformes y de porte bajo, similares a Caturra. Sin embargo, en esta generación todavía se observaron diferencias en cuanto a resistencia, razón por la cual se planeó la evaluación final de dicha cualidad.

En la generación F_5 se establecieron dos experimentos en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas), en lotes de topografía plana-ondulada. El primero para seleccionar las progenies más resistentes y el segundo, para corroborar los resultados del primero.

En ambos experimentos se evaluaron 15 progenies que se denominaron DF 790, DF 801, DF 802, DF 805, DF 808, DF 811, DF 823, DF 826, DF 835, DF 838, DF 841, DF 850, DF 859, DF 862 y DF 868. Como inóculo se utilizó el aislamiento de *C. fimbriata* 117P, seleccionado como el más patogénico entre 30 aislamientos provenientes de varias regiones cafeteras del país (14).

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un surco de diez plantas como unidad experimental y cinco repeticiones por progenie. La distancia de siembra fue 1,0 m entre planta y 1,5 m entre surcos. Como testigos se utilizó la variedad Caturra. El manejo

agronómico de las plantaciones se realizó de acuerdo con las prácticas de fertilización, control de arvenses, control de la roya y de la broca, recomendadas por Cenicafé.

Inoculación de *C. fimbriata*. El patógeno se inoculó cuando las plantas tuvieron 15 meses de sembradas en el campo, en el primer experimento, y 20 meses en el segundo. Para la inoculación se realizó una incisión en forma de U invertida, sobre la parte baja del tallo principal, a 10 cm de altura. Posteriormente, se levantó levemente la corteza y se depositaron 50 μ L de la suspensión del hongo a una concentración de $2,5 \times 10^4$ ascosporas/mL de agua (12). La herida se cubrió durante los primeros 10 días con algodón humedecido y cinta de papel parafilm, al cabo de los cuales se verificó la colonización del patógeno en cada planta, por la presencia de las estructuras negras correspondientes a las macroconidias del hongo.

Evaluación de la resistencia. Mensualmente, a partir de los 6 meses de inoculadas las plantas, se observó el estado de los cafetos y se registró el número de árboles muertos en cada experimento. En éstos se verificó la presencia de la lesión producida por el patógeno en el sitio de inoculación.

En el primer experimento, a los 13 meses de inoculadas las plantas se midió la longitud de la lesión (cm), se estimó la proporción de la circunferencia del tallo afectada

por *C. fimbriata* (25%, 50%, 75% ó 100%), y se observó la formación de tejidos de resistencia rodeando la lesión. Después de 48 meses de la inoculación se corroboró la supervivencia de las plantas. En el segundo experimento, únicamente se evaluó la supervivencia a los 36 meses después de la inoculación.

Evaluación agronómica. En el primer experimento, se registró la altura de las plantas a los dos y a los tres años de edad, y la producción de café cereza maduro por parcela en dos cosechas principales. Así mismo, mediante flotación se evaluó el porcentaje de frutos vanos en muestras tomadas en tres pases de cosecha, tomando 100 cerezas maduras (5). Se evaluaron los defectos de grano: caracoles y triángulos, en tres pases de cosecha, tomando 400 granos de café pergamino y contando los defectos. Finalmente se evaluó el tamaño de grano, para lo cual, en tres pases de cosecha, se tomaron muestras de 100 gramos de café almendra con 10% de humedad, y se hicieron pasar por una zaranda con orificios circulares de 17/64 pulgadas para obtener la proporción en peso de café retenido en dicha zaranda (café supremo).

Análisis de datos. En el primer experimento, de acuerdo con el diseño experimental, se realizaron análisis de varianza con la supervivencia de las plantas y el promedio del largo y ancho de la lesión de cada unidad experimental. Igualmente se realizó el análisis con la supervivencia de plantas en el segundo experimento y para las variables agronómicas. Cuando se presentaron diferencias significativas entre las progenies se aplicó la prueba de Duncan al 5%.

Se seleccionaron las progenies con alta resistencia al patógeno, medida por la supervivencia, la cual era estadísticamente igual o mayor al 80% y por el ancho de lesión igual o

menor a la mitad de la circunferencia del tallo. Esta supervivencia se corroboró con la calificación del segundo experimento.

y disposición irregular, pero no en todos los casos impidió el avance del patógeno, puesto que en algunas plantas la lesión avanzó debajo de dichos tejidos.

RESULTADOS

Evaluación de resistencia-selección.

En el primer experimento, la muerte de las plantas en la variedad Caturra inició a los ocho meses de inoculado el patógeno (Figura 1), y a los 18 meses todas las plantas murieron por el anillamiento de los tallos.

En la Tabla 1 se observa el porcentaje de supervivencia y la proporción y la longitud de la lesión para las progenies y los testigos a los 13 meses de la inoculación. El análisis de varianza mostró diferencias en la supervivencia de las plantas, en la longitud de la lesión y en la proporción de la circunferencia del tallo afectada. La prueba de Duncan separó a la variedad Caturra de las progenies. En esta evaluación

se observó la presencia de tejidos suberizados en el borde de la lesión en todas las progenies, mientras que no se observó en Caturra. El tejido de cicatrización tuvo forma



Figura 1. Plantas de variedad Caturra con síntomas externos de ataque de *Ceratocystis fimbriata*, ocho meses después de la inoculación del patógeno.

Se observó que la lesión tenía un mayor avance longitudinal que transversal. En esta evaluación hubo 12 progenies con más del 80% de plantas sobrevivientes, en las cuales la longitud de la lesión tuvo 10,4 cm, en promedio, y su avance alrededor del tallo fue menor a la mitad de su circunferencia (Tabla 1, Figura 2a), por lo que se clasificaron como altamente resistentes. Se observaron tres progenies (DF805, DF850 y DF790), con supervivencia entre 53 y 74% y avance de la lesión alrededor del tallo mayor a la mitad de la circunferencia del mismo (Figura 2b), con tejidos de cicatrización que lo detuvieron y evitaron la muerte de las plantas, las cuales también son resistentes al patógeno. En contraste, la variedad Caturra presentó el 78% de plantas muertas, y en las plantas sobrevivientes no se observaron

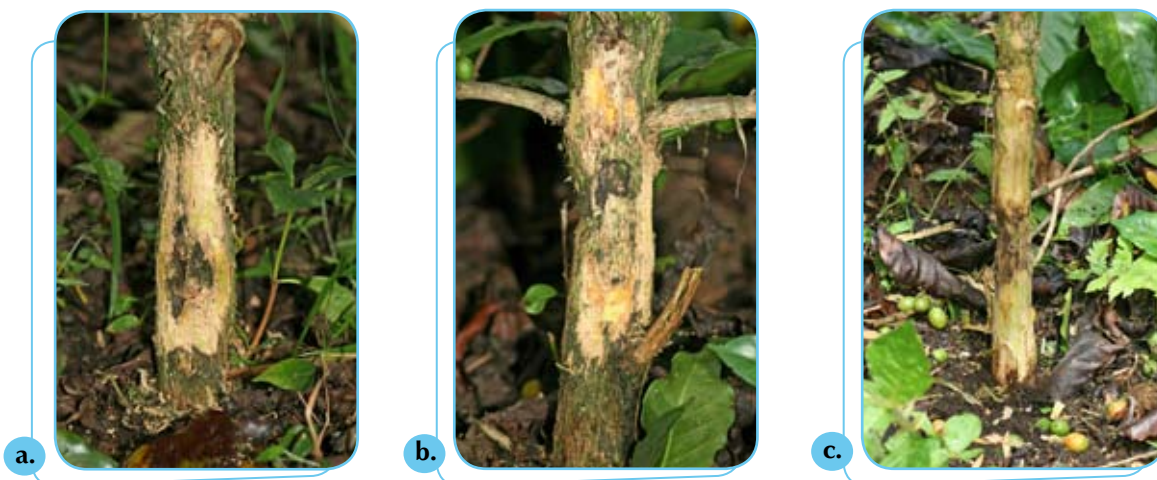


Figura 2. Resistencia y susceptibilidad a *C. fimbriata*. **a.** Formación de tejidos de resistencia y lesión restringida a menos de la mitad de la circunferencia del tallo, en progenies seleccionadas; **b.** Avance transversal de la lesión en algunas progenies; **c.** Anillamiento del tallo por la lesión en la variedad Caturra.

Tabla 1. Supervivencia, longitud y ancho de la lesión causada por *C. fimbriata*, en progenies F5 de Borbón resistente x Caturra, 13 meses después de la inoculación. Experimento 1.

Progenies	Proporción de plantas sobrevivientes		Avance de la lesión alrededor del tallo		Longitud de la lesión	
	%	C.V.	%	C.V.	$\bar{x}$	C.V.
DF808	98 a	4,5	40 g	45,0	10,0 cde	37,5
DF823	94 a	9,5	40 g	56,0	11,7 c	30,5
DF835	94 a	14,2	40 g	58,3	11,2 cd	38,8
DF838	94 a	5,8	45 fg	45,3	11,7 c	42,6
DF826	94 a	9,5	50 efg	47,2	11,4 cd	36,8
DF841	94 a	6,0	40 g	54,3	10,7 cd	43,0
DF801	92 a	4,8	40 g	53,4	8,7 e	41,3
DF802	92 a	11,9	50 efg	50,4	11,2 cd	41,7
DF859	92 a	4,8	50 efg	44,3	10,7 cd	37,2
DF811	90 a	7,8	45 fg	55,0	9,5 cde	40,0
DF868	90 a	8,7	45 fg	55,8	11,0 cd	42,3
DF862	87 ab	14,1	45 fg	54,6	9,5 de	41,8
DF805	74 bc	24,5	61 cd	45,5	11,5 cd	45,0
DF850	72 c	28,4	65 cb	41,3	11,3 cd	43,8
DF790	53 d	15,7	70 b	39,8	13,9 b	37,3
Caturra	22 e	73,0	90 a	19,7	17,7 a	33,7

Letras distintas implican diferencias estadísticas entre promedios, según prueba de Duncan al 5%; C. V.: coeficiente de variación; $\bar{x}$: promedio

tejidos de cicatrización y la lesión cubrió el 90% de la circunferencia del tallo con un promedio de longitud de 17,7 cm (Figura 2c).

A los 48 meses de la inoculación ninguna planta de la variedad Caturra sobrevivió al patógeno, mientras que en algunas progenies se incrementó la mortalidad (Tabla 2) y en otras, los tejidos cicatrizaron, inhibiendo al patógeno. El incremento de la mortalidad en algunas progenies pudo ser causado por la laceración de los tejidos durante la primera evaluación, lo que propició la reinfección, o por el avance normal de la infección en el tallo, la cual es relativamente lenta (1, 2, 14).

Como resultado de este experimento se determinó que las progenies DF808, DF859, DF835, DF801, DF838, DF862, DF823, DF 811, DF841 y DF 802, con más del 75% de plantas con la lesión cicatrizada, fueron las más resistentes.

Evaluación de resistencia-comprobación. En la Tabla 2 se observa la proporción de plantas supervivientes a los 36 meses de la inoculación, en el segundo experimento de comprobación. Ocho progenies presentaron supervivencia igual o superior al 80%, mientras que en Caturra sólo el 3% de las plantas sobrevivió. De las 12 progenies seleccionadas en el primer experimento, se corroboró la resistencia alta en ocho (DF808, DF823, DF841, DF835, DF801, DF838, DF862, DF859). Los tejidos en las progenies resistentes formaron diferentes tipos de cicatrización en el punto de inoculación (Figura 3). Así, mientras en unas plantas

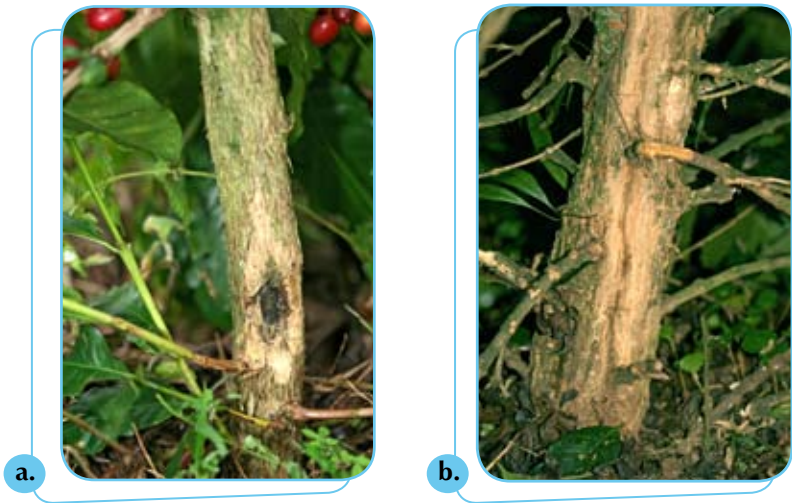


Figura 3. Cicatrización en plantas resistentes, 36 meses después de la inoculación con *C. fimbriata*. Obsérvese como en el caféto de la foto **a.** la cicatrización es ovalada, mientras en el caféto de la foto **b.** hubo una cicatrización completa, sin desarrollo de infección.

Tabla 2. Proporción de plantas sobrevivientes a la infección de *Ceratocystis fimbriata* en los dos experimentos.

Progenies	Proporción de plantas sobrevivientes			
	Experimento de selección ¹		Experimento de comprobación ²	
	%	C.V.	%	C.V.
DF808	90 a	8,0	87 a	15,8
DF859	86 a	13,0	87 a	15,8
DF835	84 ab	16,0	91 a	14,3
DF801	82 ab	13,3	88 a	19,4
DF838	82 ab	15,0	80 ab	21,6
DF862	81 ab	18,1	85 ab	18,3
DF823	78 ab	22,7	83 ab	84,6
DF811	78 ab	23,0	60 abcd	26,6
DF841	78 ab	19,0	87 a	16,0
DF802	78 ab	22,5	66 abcd	33,5
DF868	69abc	25,0	49 cde	12,3
DF826	66 abc	58,0	69 abc	27,8
DF805	59 bcd	40,0	50 cde	40,8
DF850	46 cd	40,0	43 de	43,8
DF790	40 d	18,0	40 e	22,8
Caturra	0		3 f	223,6

Letras distintas implican diferencias estadísticas entre promedios la según prueba de Duncan al 5%.

¹ 48 meses después de la inoculación

² 36 meses después de la inoculación.

la herida estaba próxima a cerrar completamente, en otras estaba más amplia. Esto indica la lentitud en la expresión y formación de tejidos suberizados, característica de esta resistencia en plantas perennes.

Características agronómicas de las progenies seleccionadas. Las progenies son homocigotas para el gen Caturra y su altura a los 36 meses estuvo entre 1,4 y 1,5 m, estadísticamente igual a la de esta variedad (Tabla 3).

La producción por parcela, tomada a partir de los 18 meses y durante 2 años se presenta en la Tabla 3. El primer año, la producción de las progenies varió desde 44 kg de café

cereza por parcela (equivalente a 469 @ de café pergamino seco/ha) en la DF859 hasta 24,2 kg de café cereza por parcela (258 @ de c.p.s./ha). La variedad Caturra con 27,6 kg de café cereza/parcela (284 @ de c.p.s. /ha), estuvo entre estos extremos. En el segundo año, fue notable la reducción de la producción en todas las parcelas. La frecuencia de frutos vanos (Tabla 4) estuvo cercana a la registrada en las variedades comerciales (<8%) (7), con excepción de la progenie DF808, con 13% de frutos vanos. Como se observa en la Tabla 4, los granos caracol se encuentran dentro de los valores de las variedades comerciales (>12%), al igual que los granos triángulo (7).

El tamaño de grano de las progenies y de la variedad Caturra, expresado como la proporción de café supremo, fue menor que los promedios registrados por Castillo

Tabla 3. Promedios de la altura de plantas, a los tres años de edad, y la producción de las progenies con resistencia a la llaga macana.

Progenies	Altura (m)		Kilogramos de café cereza/parcela*				
	$\bar{X}$	C.V.	Primer año		Segundo año		Promedio en los 2 años (kg)
			kg	C.V.	kg	C.V.	
DF801	1,4	5,2	24,2 def	9,0	21,0 de	28,0	22,6
DF838	1,5	9,9	30,8 bcdef	27,2	24,3 abcde	42,8	27,6
DF808	1,5	11,5	35,8 abc	19,6	32,0 abc	16,8	33,9
DF859	1,5	9,1	44,0 a	11,4	28,0 abcd	13,0	36,0
DF823	1,5	9,2	29,1 bcdef	7,2	34,7 a	20,5	31,9
DF835	1,4	9,0	33,6 bcd	23,2	28,3 abcd	39,1	31,0
DF841	1,4	7,9	30,1 bcdef	23,3	26,8 abcde	21,1	28,5
DF862	1,5	13,3	32,8 bcde	19,9	21 cde,3	39,8	27,1
Caturra	1,4	10,1	27,6 cdef	21,6	7,4 f	65,8	17,5

*Parcelas de diez plantas

Letras distintas implican diferencias estadísticas entre promedios según prueba de Duncan al 5%, $\bar{X}$: promedio; C.V.: coeficiente de variación

Tabla 4. Características de grano de las progenies de porte bajo resistentes a la llaga macana.

Progenie	Frutos vanos		Granos caracol		Granos triángulo		Tamaño de grano (café supremo)	
	%	C.V.	%	C.V.	%	C.V.	%	C.V.
DF801	7 c	51,4	7 cde	27,6	3 bcd	41.7	46 bcd	29.9
DF838	8 c	35,7	8 cde	18,0	5 a	34.7	49 bcd	28.0
DF808	13 a	23,5	7 cde	40,5	3 cd	40.7	41 cd	16.3
DF859	7 c	35,7	10 ab	38,2	3 bcd	32.2	39 cd	10.7
DF823	8 bc	22,5	10 ab	23,3	3 bcd	30.1	50 cd	13.0
DF835	8 c	35,7	6 de	30,1	4 b	58.2	44 cd	14.6
DF841	10 b	13,4	8 abc	40,6	3 d	39.3	40 cd	11.9
DF862	7 c	43,3	7 cde	25,2	3bcd	45.3	41 bc	15.9
Caturra	5 d	64,7	8 bcd	9,19	4 bc	41.0	61 a	21.0

(3, 5) en la variedad Brm (58%) y en las variedades Caturra (69%) (7) y Colombia (83%) (18). Estos tamaños similares en las progenies resistentes sugieren que la característica es heredada del progenitor Borbón. Sin embargo, en muestras de café de estos genotipos recolectadas en lotes de dos fincas en el municipio de Palestina (Caldas), se obtuvieron en el año 2001 promedios de café supremo de 66,6% y rendimiento en trilla de 90,4% (Finca 1), mientras que en el 2003 en la Finca 2 el porcentaje de café supremo fue de 77% y el rendimiento en trilla de 88%.

CONSIDERACIONES FINALES

La identificación de la resistencia a la llaga macana, en una planta de la variedad Borbón, es un hecho afortunado para las zonas de topografía pendiente, en donde hay alta incidencia de la enfermedad con graves pérdidas económicas. El cambio del sistema de cultivo con el

uso de altas densidades de siembra y variedades de porte bajo impulsó el desarrollo de una variedad que recombinara el porte bajo y las buenas características agronómicas con la resistencia a la llaga macana, para ser usada en una caficultura de pendiente, especialmente en zonas donde la altitud disminuya el efecto de la roya del cafeto (*H. vastatrix*). En este trabajo se seleccionaron ocho progenies de café de porte bajo, con alta producción y con alta resistencia a la llaga macana, cuyo tamaño de grano es relativamente pequeño, aunque es posible que este defecto se haya visto acentuado por los factores de clima o de suelo. Pese a lo anterior, estas progenies tienen posibilidades de utilización por parte de los caficultores, si además se consideran los buenos atributos sensoriales de sus progenitores Borbón y Caturra (19).

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Ingeniero Celso

Arboleda anterior jefe de la Estación Central de Naranjal (Q.E.P.D.). A la doctora Esther Cecilia Montoya de la Disciplina de Biometría, y a los Auxiliares de las Disciplinas de Fitopatología y Mejoramiento Genético de Cenicafé.

LITERATURA CITADA

1. CASTAÑO A., J.J. Patogenicidad y epifitología en el estudio de la llaga macana del cafeto. Cenicafé 4(39):17-24. 1953.
2. CASTAÑO A., J.J. Observación de resistencia a *Ceratocystis fimbriata* en una planta de la Variedad Borbón en Cenicafé. In: Centro Nacional de Investigaciones de Café - Cenicafé. Chinchiná. Colombia. Informe anual de actividades. Disciplina de Fitopatología. Chinchina, Cenicafé, 1959. (Mimeografiado).
3. CASTILLO Z., J. Algunas características morfológicas de una selección resistente a llaga macana. Cenicafé 16:31-41. 1965.

4. CASTILLO Z.J.; QUICENO, H.G.
Estudio de la producción de seis variedades comerciales de café. *Cenicafé* 19(1): 18-39. 1968.
5. CASTILLO, Z., J. Observaciones sobre tamaño de grano y granos anormales en variedades comerciales de café. *Cenicafé* 10 (9): 397- 418. 1969.
6. CASTILLO Z., J.; QUICENO H., G.
Comparación de líneas de *Coffea arabica* L. por su resistencia a *Ceratocystis fimbriata* Ell. Halst. *Hunt. Cenicafé* 21(3):95-104. 1970.
7. CASTILLO, Z., J. Producción y características de grano de café introducido en Colombia. *Cenicafé* (1): 3-26.1975
8. CASTILLO Z., J. Producción de una selección resistente a llaga macana (*Ceratocystis fimbriata* Ell Halst. Hunt.) con relación a las variedades Típica y Borbón. *Cenicafé* 33(2):53-66. 1982.
9. CASTILLO Z., J.; CASTRO C., B.L.
Resistencia a *Ceratocystis fimbriata* Ell Halst. Hunt. En progenies F-3 del cruzamiento entre Café Borbón resistente a macana por Caturra. Chinchiná, *Cenicafé*, 1999. 15 p.
10. CASTRO C., B.L. Evaluación del daño económico ocasionado por la Llag macana del cafeto *Ceratocystis fimbriata* Ell. Halst Hunt. In: CONGRESO Nacional de Fitopatología y Ciencias Afines, 20. Manizales, Junio 30 - Julio 2, 1999. Memorias. Manizales, ASCOLFI, 1999. p. 65.
11. CASTRO C., B.L. 1998. Incidencia de llaga macana (*Ceratocystis fimbriata*, Ell. Halst. Hunt.) en la práctica de poda de ramas bajas del café. *Avances Técnicos Cenicafé* No 252: 1-8. 1998.
12. CASTRO C., B.L. Aspectos metodológicos para preparar inóculo de *Ceratocystis fimbriata* Ell. Halst. Hunt. *Fitopatología Colombiana* 17(1-2): 56 - 61.1994.
13. CASTRO C., B.L; MONTOYA R., E.C. 1994. Evaluación de fungicidas para el control de *Ceratocystis fimbriata* Ell. Halst. Hunt.en café. *Cenicafé* 45 (4): 131-153.
14. CASTRO C., B.L.; CORTINA G., H.A.
Patogenicidad de aislamientos de *Ceratocystis fimbriata* Ell. Halst. Hunt. en tres variedades de café. In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines, 21. Palmira, Agosto 30-Septiembre 1, 2000. Memorias. Palmira, ASCOLFI-CIAT, 2000. p. 8.
15. CASTRO C., B.L.; DUQUE, O., H.; MONTOYA R., E.C. Pérdidas económicas ocasionadas por la llaga macana del cafeto. *Cenicafé* 54(1):63-76. 2003
16. CLERIVET A.; EL HADRAMI I.; BELANGER R.; NICOLE M.
Resistance of the plane tree (*Platanus* spp.-*Ceratocystis fimbriata* f. sp. *platani*) to canker stain: defense reactions and prospects for improvement. *Cahiers-Agricultures*. 12(1): 43-50. 2003.
17. FERNÁNDEZ B., O Patogenicidad de *Ceratocystis fimbriata* y posible resistencia en café variedad Borbón. *Cenicafé* 15 (1): 3-17. 1964.
18. MORENO R., L.G.; ALVARADO A., G.
La Variedad Colombia; veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del cafeto. *Boletín Técnico Cenicafé* No. 22:1-32. 2000.
19. PUERTA, Q., G.I. Calidad en taza de las variedades de *Coffea arabica* L. Cultivadas en Colombia. *Cenicafé* 49(4): 265-278.1998.
20. TOWNSEND A., M.; DOUGLASS L., W. Variation among American elm clones in long-term dieback, growth, and survival following *Ophiostoma* inoculation. *Journal-of-Environmental-Horticulture*. 19(2): 100-103. 2001.

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org
cenicafe@cafedecolombia.com

Edición: Sandra Milena Marín López
Fotografía: Gonzalo Hoyos Salazar
Diagramación: María del Rosario Rodríguez L.
Impresión: Feriva