

# EVALUACIÓN DE INJERTOS DE CAFÉ SOBRE PATRONES RESISTENTES A *Ceratocystis fimbriata* ELL. HALTS. HUNT

Bertha Lucía Castro-Caicedo\*; Hernando Alfonso Cortina-Guerrero\*; Pedro María Sánchez-Arciniegas\*\*

## Resumen

CASTRO C., B.L.; CORTINA G., H. A.; SÁNCHEZA., P.M. Evaluación de injertos de café sobre patrones resistentes a *Ceratocystis fimbriata* Ell.Halts. Hunt. Cenicafé 61(1):46-54.2010.

La llaga macana (LLM), causada por el complejo *Ceratocystis fimbriata* (Cf), es una enfermedad muy generalizada y destructiva del café en Colombia, en terrenos con pendientes superiores al 70%, donde afecta la base del tallo, causando la muerte de la planta. Para evitar la infección de este tipo de enfermedades está el desarrollo de genotipos resistentes o injertar variedades susceptibles de alto valor agronómico sobre patrones resistentes. En este experimento se evaluó el daño por LLM en plantas de var. Colombia injertadas sobre dos patrones resistentes: *Coffea canephora* (BP 358) y *C. arabica*, Borbón resistente a LLM (Brm); se comparó con la línea DF-835 derivada del cruzamiento del BrmXCaturra y resistente a Cf, como testigos susceptibles se tuvieron las variedades Caturra y Colombia. Se hicieron microinjertos y cuando las plantas tuvieron la primera rama se sembraron en el campo, bajo un diseño de bloques al azar. La unidad experimental (UE) fue la parcela de 40 plantas y 4 UE/tratamiento, en un lote con pendiente del 30% al 100%. Semestralmente, durante 5 años a partir del segundo, se evaluó la infección por Cf. Se midió la altura de las plantas y la producción. La incidencia fue del 19,2%. No hubo diferencias para la infección entre tratamientos, pero en los injertos sobre *C. canephora*, el 99% de la infección ocurrió en la copa, sin avance de la lesión hacia el patrón; similar a lo registrado en el injerto sobre Brm, donde 24% de las plantas mostraron resistencia en el patrón. El 48% de las plantas de DF-835 infectadas, desarrollaron tejidos de resistencia evitando la muerte de éstas, mientras en Colombia y Caturra las plantas fueron anilladas. Hubo resistencia de los patrones, pero debido a que el punto de unión del injerto quedó cercano al suelo, el patógeno infectó la copa susceptible.

**Palabras clave:** Llagu macana, *Coffea arabica* var. Borbón, *Coffea canephora*, resistencia genética

## ABSTRACT

The stem canker disease, caused by *Ceratocystis fimbriata* (Cf), is a highly generalized and destructive coffee disease in Colombia in plantations established on slopes greater than 70% where the pathogen infects the stem base and kills the plant. Resistant genotypes development or grafting of susceptible plants with high agronomic value onto resistant rootstocks is done in order to avoid this disease infection. This experiment evaluated the damage of LLM in Colombia variety (CV) plants grafted onto two resistant rootstocks: *Coffea canephora* (BP 358) and *C. arabica* Bourbon resistant to LLM (Brm). They were compared with line DF-835 derived from a crossbreeding between Brm × Caturra and resistant to Cf. Caturra and CV varieties were included as susceptible controls. Micrografts were done and when the plants grew their first branch, they were sown in the field under a randomized block design. The experimental unit (EU) was a plot with 40 plants and 4 EU/treatment in a plot with a 30–100% slope. Cf infection was evaluated every six months for 5 years starting in the second year. The infection incidence was 19.2%. There were no statistical differences between treatments ( $p > 0.05$ ) regarding the infection, but in the grafts on *C. canephora*, 99% of the infection occurred on the top and the lesion did not colonize the rootstock. 48% of the DF-835 plants developed resistance tissues preventing their death, whereas Colombia and Caturra plants had rings. Rootstocks were resistant, but since the graft junction was close to the soil, the pathogen infected the susceptible top.

**Keywords:** Canker stain disease, *Coffea arabica* var. Bourbon, *Coffea canephora*, genetic resistance

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

\*\* Asistente de Investigación. Experimentación. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

Entre las enfermedades que causan mayor disminución de la producción del café en Colombia, se encuentra la llaga macana, cáncer del tronco o macana, ocasionada por el hongo del suelo *Ceratocystis fimbriata*, el cual penetra en la planta por heridas frescas en tallo o raíz, coloniza los haces conductores y genera lesiones que avanzan longitudinal y transversalmente, causando la muerte de la planta en cualquier estado de su desarrollo (15).

Entre las prácticas agrícolas que favorecen la infección del patógeno está la renovación por zoqueo. También la favorecen las heridas en la base del tallo, ocasionadas por el constante pisoteo de los operarios en cafetales establecidos en lotes con pendiente superior al 70% (10). En estos casos, el riesgo de que las plantas se infecten por el hongo se incrementa, debido a que al momento de hacer el zoqueo, las plantas infectadas sirven de inóculo para las plantas sanas y las herramientas de corte como machetes y serruchos diseminan el patógeno. Estas dos circunstancias, de alto riesgo para la planta, causan la reducción de la población establecida, que en la medida en que es posible, obliga a los caficultores a incurrir en costos adicionales de resiembras y demás labores asociadas al levante en lotes zoqueados (11). La disminución de plantas después de un primer zoqueo, por efecto de la llaga macana, está entre 3% y 5% en lotes planos, entre 15% y 20% de pérdida por ataque durante el zoqueo y entre 20% y 40%, en terrenos pendientes (15). En muchos casos, se pierden grandes áreas debido a la dificultad de las resiembras para sustituir plantas muertas (11). Por esta enfermedad el manejo de los cafetales de ladera no es fácil, especialmente en época lluviosa y en suelos arcillosos.

Si se considera que en Colombia, un 56% de los cafetales se encuentran establecidos en terrenos con pendientes superiores al 70%, es de esperar que la incidencia y las pérdidas económicas ocasionadas por la llaga macana serán constante en estos cafetales, como también por la renovación por zoca, ya que la recomendación de hacerla en períodos secos es difícil de seguir en años lluviosos, como aquellos en que ocurre el Fenómeno de La Niña.

Entre las medidas de control, además de la aplicación de fungicidas preventivos durante el zoqueo (9), está el uso de la resistencia genética. En café, se ha identificado resistencia a *C. fimbriata*: en algunas introducciones de *Coffea canephora* (7, 18) y en una línea de *C. arabica*, var. Borbón (Brm) (3, 5, 6, 15). La resistencia a partir de la línea de Brm ha permitido desarrollar una variedad con resistencia al patógeno, conformada por ocho progenies avanzadas del cruzamiento entre Brm por Caturra (12). Esta variedad tiene características agronómicas similares a las de la variedad Caturra, pero, como ella, es susceptible a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*).

La resistencia de la especie *C. canephora*, puede utilizarse mediante dos vías. La transferencia por retrocruzamiento de la resistencia a *C. arabica*, lo cual implica los cruzamientos y varias generaciones de evaluación y selección, estrategia que, aunque larga por tratarse de cultivos perennes, está en curso (8). La otra vía, es el uso inmediato mediante injerto sobre esta especie, de las variedades susceptibles. Esta práctica, que es común en árboles frutales para conferir resistencia a patógenos del suelo, como *Phytophthora* spp. en cítricos (27) y en aguacate (2), y que ha sido utilizada en café para control de nematodos *Meloidogyne* spp. (1, 14, 17, 24) y *Pratylenchus* spp. (16, 20,

23), para mejorar la productividad de cafetales envejecidos (22, 23, 24, 26) y para disminuir el efecto de la sequía (22), no se ha usado para el control de llaga macana.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el daño por llaga macana en plantas de variedad Colombia injertadas sobre dos patrones resistentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** El experimento se estableció en un lote con pendiente entre 30% y el 100%, en la Estación Experimental Santander, ubicada en el municipio de Floridablanca (Santander), a una altitud de 1.520 m, latitud 7° 06' N y longitud 73° 04' W. Durante el desarrollo del experimento, octubre de 2001 a octubre de 2008, el promedio de la temperatura fue de 19,6°C, la precipitación media anual de 1.486 mm, el brillo solar de 1.374 h.año<sup>-1</sup> y la humedad relativa media de 83% (13).

**Material vegetal.** Se evaluaron los siguientes injertos:

- Injerto de variedad Colombia sobre *C.canephora* BP 358 (VC/BP 358).
- Injerto de variedad Colombia sobre Borbón resistente a llaga macana (VC/Brm)

Y como testigos:

- Progenie DF- 835, resistente a llaga macana, pero susceptible a la roya (DF-835)
- Variedad Caturra , susceptible a llaga macana y a la roya
- Variedad Colombia, susceptible a llaga macana y resistente a la roya

El patrón de *C. canephora* BP 358 es una introducción seleccionada por el programa de mejoramiento de Robustas en Java, que es

resistente a la roya del cafeto, y como tal ha sido utilizado como progenitor en programas de hibridación interespecífica en Colombia (21). El DF-835 es una selección resistente del cruzamiento entre Borbón resistente a llaga macana X Caturra (12), que se conserva en F5 en la Colección Colombiana de Café. La variedad Caturra es un mutante de porte bajo encontrado en Brasil, y que ha sido sembrada extensamente en Colombia y en casi todos los países productores de café en América. La variedad Colombia es una variedad de porte bajo, desarrollada a partir del cruzamiento de Variedad Caturra x Híbrido de Timor 1343, está conformada por una mezcla de líneas avanzadas resistentes a la roya, pero susceptibles a la llaga macana (6).

Se utilizó el microinjerto de púa, a los 50 días después de la siembra de la semilla; cuando las plántulas estuvieron en estado de fósforo, con base en el método desarrollado por Reyna (24). El injerto consistió en cortar los tallos de las plántulas patrón o portainjerto, y realizar una hendidura longitudinal en la parte superior del tallo, sobre el cual se inserta en forma de cuña el tallo de la planta que va a servir de copa, en este caso la variedad Colombia, sellando con cinta de papel Parafilm®. Las plantas injertadas permanecieron en el almácigo bajo polisombra, durante 5 meses y luego, se sembraron en el campo.

**Diseño experimental.** Se utilizó un diseño en bloques al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, el criterio de clasificación fue la pendiente. La unidad experimental fue la parcela, constituida por 40 plantas (10 plantas y 4 surcos, perpendiculares a la pendiente). Las plantas se sembraron en el campo en noviembre de 2001, a 1,20 x 1,50 m, con separación de 1,50 m entre parcelas.

El lote con un 60% de sombrío con cedro (*Cedrela montana*), tuvo un manejo agronómico oportuno de fertilización y control de arvenses. A las plantas de la variedad Caturra y la progenie DF-835, se les hizo control químico de la roya del café, siguiendo las recomendaciones de Cenicafé (25). Después de cuatro cosechas, se zoquearon las plantas a una altura de 40 cm, y 4 meses después, se seleccionaron dos chupones por planta. No se hicieron aplicaciones ni manejo del cultivo contra la llaga macana.

### Características evaluadas

**Infección por llaga macana.** Semestralmente y a partir del segundo año de siembra, se observaron los síntomas de amarillamiento y marchitamiento característicos de llaga macana en cada planta. Estos se corroboraron con la observación de las lesiones en la base del tallo, características del patógeno (15). Un año después del zoqueo se calificó la presencia o ausencia de infección por *C. fimbriata* en la base del tallo de cada una de las 40 plantas de la parcela, y la reacción de susceptibilidad o resistencia, según el siguiente criterio:

**Susceptible:** Si había más del 50% de la circunferencia del tallo cubierto por la lesión, sin tejido de cicatrización que limitara su avance.

**Resistente:** Si menos del 50% de la circunferencia del tallo estaba afectada por el patógeno, con formación de tejido de cicatrización alrededor de la lesión. El anillamiento y el avance de la lesión por *C. fimbriata* se midió únicamente en las infecciones en la base del tallo.

**Evaluación de altura de plantas y producción.** En todas las plantas se evaluó la altura, a los 24 y a los 60 meses de establecidas en el campo. La producción (kilogramos de

café cereza por planta) se evaluó durante 4 años, en 16 plantas de los surcos centrales de cada parcela.

**Análisis de la información.** Se estimó el promedio y la variación por tratamiento, para cada una de las características anteriores. Se realizó el análisis de varianza para el porcentaje de infección, la altura de las plantas y la producción. Cuando éste mostró efecto de tratamientos se realizaron los siguientes contrastes ortogonales ( $p= 0,05$ ): 1. Variedades Colombia y Caturra (susceptibles) comparados con los injertos y progenie resistente (resistentes); 2. Injertos comparados con las progenie resistente; 3. Patrón de Brm comparados con el patrón de *C. canephora*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Observaciones sobre los injertos.** Se obtuvo un 98% de éxito al injertar en estado de fósforo, la variedad Colombia sobre *C. canephora* y sobre *C. arabica* variedad Borbón resistente a llaga macana. Cuando se usó como patrón *C. canephora* BP358, desde la siembra en el campo se observaron diferencias en el punto de unión del patrón y la copa. En algunos casos, se formó un engrosamiento leve de la variedad Colombia, mientras que cuando se usó como patrón el Borbón resistente a llaga macana, la unión de patrón/copa no fue visible. En ninguno de los dos injertos hubo incompatibilidad.

### Observaciones sobre la resistencia

**Infección por *C. fimbriata*.** A los 15 meses después del zoqueo se observaron síntomas de amarillamiento o secamiento en el 10% de las plantas. El análisis de varianza para el porcentaje de infección en la base del tallo mostró efecto entre bloques ( $p < 0,05$ ), mas no entre tratamientos. La diferencia entre bloques se debió a la pendiente del terreno en

los bloques 1 y 2, localizados en pendientes del 100% y 90%, donde se registró la mayor incidencia de llaga macana, de la siguiente manera: en los bloques 1 y 2 (pendiente de 100% y 90%), se infectaron el 30% y 25% de las plantas, respectivamente, debido a la mayor frecuencia de heridas en la base del tallo, tal como lo registran Castro y Chaves (10), por la dificultad para transitar la cual hace que los operarios busquen apoyo en las plantas. En tanto que en el bloque 3, con pendiente del 50%, se infectó el 16% de las plantas, y en el bloque 4, con 20% de pendiente, se infectó el 7%.

Las plantas infectadas mostraron lesiones de llaga macana tanto en la base del tallo como en las heridas causadas por el uso de guadaña o machete, para el control de arvenses y el zoqueo, para renovación o el deschupone, lo que demuestra la presencia del patógeno.

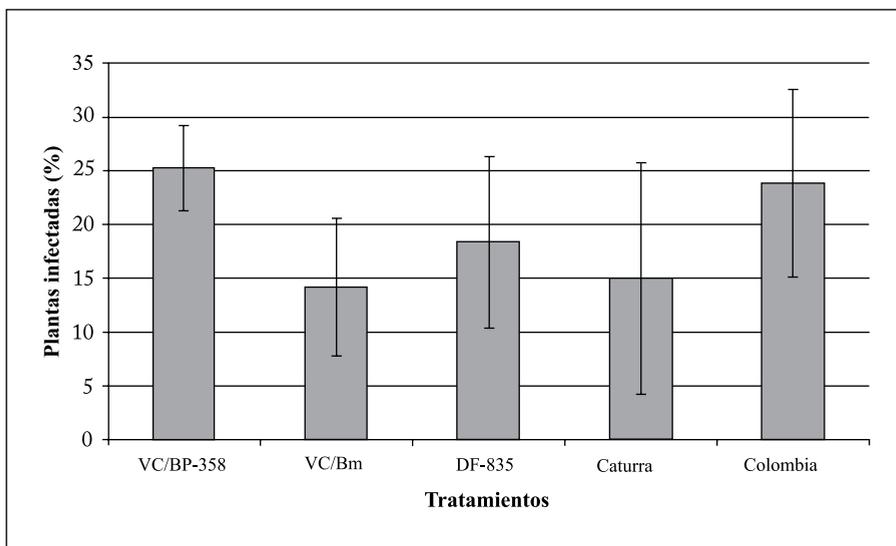
En la Figura 1 se observa el promedio y el error estándar del porcentaje de incidencia de llaga macana en los materiales evaluados.

El análisis de varianza fue estadísticamente igual entre tratamientos. La baja incidencia de llaga macana en todos los tratamientos sugiere que si se necesita evaluar la resistencia o el control químico, es necesario inocular el patógeno, o si se espera infección natural, hay que incluir más repeticiones por tratamiento.

Las características de la lesión del patógeno en la base del tallo de las plantas mostró el comportamiento que se presenta en la Tabla 1.

**Injerto de variedad Colombia/C. canephora BP 358.** De las plantas infectadas, en el 96% el hongo penetró por la copa (Variedad Colombia), con el 55% de plantas anilladas y en el 45% la lesión avanzó entre el 60% al 90% del perímetro del tallo, lo que ocasionaría la muerte de las plantas en corto tiempo.

El patógeno solo afectó la copa, mientras el patrón permaneció sano, excepto en dos plantas que se infectaron, pero cicatrizaron la lesión. En la última evaluación, 7 años



**Figura 1.** Proporción de plantas infectadas por llaga macana en la base del tallo. Las líneas en las barras indican el error de estimación ( $p=0,95$ ).

después de injertadas las plantas, el promedio de la altura del punto de unión con la copa fue de 5,5 cm desde el cuello, valor muy bajo para proteger las plantas contra la llaga macana. Diferentes autores mencionan que para que los injertos les permitan a las plantas escapar a enfermedades como *C. fimbriata*, que atacan la base del tallo, el punto de unión del injerto debe estar por encima de la línea del suelo, para evitar el contacto de la parte susceptible con el suelo portador del patógeno y, más aún, soportar el pisoteo que causa las heridas que propician la penetración del patógeno (27).

**Injerto de variedad Colombia/Borbón resistente a macana.** De las plantas infectadas, el 97% se infectaron en la copa, 55% de éstas fueron anilladas y el porcentaje restante tuvo avance de lesión entre el 60% y el 90% del perímetro del tallo. El promedio de la altura del punto de unión fue de 6,5 cm, y así como en el injerto anterior este valor de la altura es demasiado bajo para evitar la infección de las plantas. En el patrón (Brm), sólo una planta se infectó, con un avance de lesión en un 10% de la circunferencia del tallo y formación de tejidos de cicatrización. En el 24% de las plantas infectadas en la copa, la lesión descendió

hacia el patrón, en cuyo caso se observó formación de tejidos de resistencia, que permitió un avance inferior a la mitad de la circunferencia del tallo.

**DF- 835.** El 62% de las plantas infectadas fueron anilladas, mientras que en las sobrevivientes el 50% mostró tejidos de resistencia con formación de callos que delimitaban la lesión, con un avance de ésta entre el 10% y el 70% de la circunferencia del tallo. Esta progenie que en el experimento de selección efectuado por Castro y Cortina (12), presentó 84% de supervivencia a la inoculación del aislamiento patogénico de Cf 117, mostró menor resistencia, debido posiblemente a la presencia de aislamientos naturales más patogénicos (19), o por el continuo pisoteo y laceración de los tejidos de la base de las plantas, que impidió la cicatrización completa a través del tiempo.

**Variedad Caturra.** En las plantas de la variedad Caturra, el 85,6% estaban completamente anilladas, con longitud de la lesión entre 20 y 60 cm, mientras las restantes tenían lesiones con un promedio de longitud de 50 cm y entre 60% y 90% de avance en la circunferencia del tallo.

**Tabla 1.** Características de la lesión por llaga macana en la base de las plantas de los materiales evaluados.

| Injertos y testigos                       | Características de la lesión |   |   |
|---|------------------------------|---|---|
|   | Plantas anilladas (%)        | Porcentaje del perímetro del tallo afectado por la lesión en las plantas sobrevivientes | Plantas con formación de tejidos de cicatrización |
| Var. Colombia/ <i>C. canephora</i> BP-358 | 55,0*                        | 75  | 0   |
| Var. Colombia/Brm                         | 55,0*                        | 75  | 0   |
| DF- 835                                   | 62,0                         | 45  | 50  |
| Var. Caturra                              | 85,5                         | 90  | 0   |
| Var. Colombia                             | 86,8                         | 60  | 0   |

\* La infección ocurrió en la copa (VC).

**Variedad Colombia.** En plantas de la variedad Colombia, el 60% de las plantas estaban anilladas y el resto con lecciones que cubrían entre 50% y 90% y cuya longitud estuvo entre 10 y 45 cm.

En estas dos variedades no se observaron tejidos de cicatrización y el patógeno tuvo mayor avance, tanto alrededor como a lo largo del tallo.

### Producción y altura de plantas

En la Tabla 2, se observa el promedio de producción de 4 años de cosecha (kilogramos de café cereza). La producción fue baja en todos los tratamientos, posiblemente por la baja luminosidad de la región (<1.400 horas de brillo solar) (13) y al sombrío. No se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos, contrario a estudios de otros autores, que han observado que los injertos sobre *C. canephora* producen copas más productivas (16, 23). Costa *et al.* (14), al evaluar varias selecciones de *C. canephora* como portainjerto para manejo de *Meloidogyne incognita*, encontraron que las plantas injertadas son 3,6 veces más productivas que aquellas sin injertar.

Los injertos tuvieron alturas similares a las variedades comerciales (Tabla 2). El análisis de varianza para tratamientos no fue significativo, a diferencia de lo observado por Costa *et al.* (14), quienes registraron que las plantas injertadas eran 1,4 veces más altas.

Finalmente se puede considerar lo siguiente:

- Se corroboró la resistencia de la especie *C. canephora*, introducción BP 358, a *C. fimbriata*. Ésta es una fuente para el desarrollo de variedades resistentes a la enfermedad, especialmente para zonas de alta pendiente.
- La progenie DF- 835 de Brm, mostró menos resistencia al patógeno que la observada anteriormente (12), debido posiblemente a la presencia de razas del hongo más patogénicas en el suelo, o a las sucesivas heridas sobre el tallo en el lote pendiente, lo cual puede interferir con la formación rápida de tejidos de cicatrización observada anteriormente, en los cuales se hizo la herida e inoculó el patógeno una sola vez. Esto valida la sugerencia hecha por Marín *et al.*

**Tabla 2.** Promedio de producción de cuatro cosechas y altura de plantas a los dos y a los cinco años de edad. Evaluación en 16 plantas/parcela y 4 repeticiones.

| Tratamientos                                 | Producción<br>(kg de café cereza) |       | Altura de plantas<br>(cm) |                   |
|--|-----------------------------------|-------|---------------------------|-------------------|
|  | $\bar{X}$                         | C.V.  | Después de 2 años         | Después de 5 años |
| Var. Colombia/ <i>C. canephora</i><br>BP-358 | 83,0                              | 22,43 | 97                        | 207               |
| Var. Colombia/Brm                            | 72,0                              | 8,30  | 112                       | 230               |
| DF- 835                                      | 73,3                              | 28,31 | 90                        | 210               |
| Var. Caturra                                 | 64,5                              | 15,00 | 104                       | 226               |
| Var. Colombia                                | 69,4                              | 25,00 | 106                       | 224               |

(19), quienes afirman que para la mayor confiabilidad de la evaluación de la resistencia a *C. fimbriata* en germoplasma de café, se debe inocular por lo menos un aislamiento patogénico de cada uno de los dos linajes de este patógeno, identificados en suelo colombiano.

- En las plantas adultas microinjertadas, tanto para *C. canephora* como Brm el patrón se injertó a una baja altura (cerca o bajo el nivel del suelo), lo cual permitió que se causaran heridas por pisoteo en la copa e infección por *Cf*. Sin embargo, como el patrón no resultó afectado, esto sugiere evaluar los injertos haciéndolos a mayor altura, para que el pisoteo ocurra en él y se reduzca la enfermedad.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los Auxiliares de la Disciplina de Fitopatología Carlos Alberto Zuluaga y Carlos Arturo González; al señor Mézar D. Santamaría B. en la Estación Experimental Santander y a la Disciplina de Biometría.

## LITERATURA CITADA

1. ANZUETO R.F.; BERTRAND B.; DUFOUR, M. 1995. "Nemayá" desarrollo de una variedad portainjerto resistente a los principales nematodos de América Central. Boletín de Promecafé No. 66-67: 13-15. 1995.
2. CALATRAVA, J. 1972. El aguacate. Ediciones Mundi-Prensa (Madrid). 1972. 249p.
3. CASTAÑO A., J. J. 1959. Observación de resistencia a *Ceratocystis fimbriata* Ell. Halst. Hunt. en una planta de la variedad Borbón en Cenicafé. Informe Anual de actividades. Disciplina de Fitopatología, Cenicafé, Chinchiná (Caldas, Colombia). (Mimeografiado).
4. CASTILLO C., J. 1965. Algunas características morfológicas de una selección resistente a llaga macana. Cenicafé 16:31-41.
5. CASTILLO Z., J.; QUICENO H., G. 1970. Comparación de líneas de *Coffea arabica* L. por su resistencia a *Ceratocystis fimbriata* Ell. Halst. Hunt. Cenicafé 21(3):95-104.
6. CASTILLO, Z. L.J., MORENO, R.L.G. 1987. La Variedad Colombia: Selección de un cultivar compuesto resistente a la roya del café. Manizales, Colombia- Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, 169 p.
7. CASTRO C., B.L. 2000. Evaluación de resistencia a *Ceratocystis fimbriata* en plantas en 11 introducciones de *Coffea canephora*. Informe anual de actividades, Disciplina de Fitopatología, Cenicafé (Chinchiná). (Mimeografiado).
8. CASTRO.C., B.L. 2009. Evaluación de resistencia a *Ceratocystis fimbriata* en Híbridos interespecíficos. Informe anual de actividades, Disciplina de Fitopatología, Cenicafé (Chinchiná). (Documento interno).
9. CASTRO, C. B.L.; MONTOYAR. E.C. 1997. Evaluación de fungicidas para el control de *Ceratocystis fimbriata* Ell. Halst. Hunt. en café. Cenicafé 45(4): 131-153.
10. CASTRO C., B.L.; CHAVES, C.B. 1999. Evaluación del daño económico ocasionado por la macana del caféto *Ceratocystis fimbriata* (Ellis, Halst) Hunt. In: CONGRESO Nacional de Fitopatología y Ciencias Afines, 20. Manizales, Junio 30 – Julio 2, 1999. Memorias. Manizales, ASCOLFI. p. 65.
11. CASTRO C., B.L.; DUQUE, O., H.; MONTOYAR., E.C. 2003. Pérdidas económicas ocasionadas por la llaga macana del caféto. Cenicafé 54(1):63-76.
12. CASTRO C. B.L.; CORTINA, G., H.A. 2007. Selección de progenies de café resistentes a llaga macana (*Ceratocystis fimbriata* ellis & halst.) Fitotecnica Colombiana. 7(1): 51-62.
13. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ-Cenicafé. Archivo de Información climática. Chinchiná, Colombia. Disciplina de Agroclimatología. 2001-2008.
14. COSTA, W.M. DA; GONCALVES, W.; FAZUOLI L.C. 1991. Producao do café mundo novo em Porta-enxertos de *Coffea canephora* em area infestada com *Meloidogyne incognita* raza 1. Nematología Brasileira 15(1): 43-50.

15. FERNANDEZ, B.O. 1964. Patogenicidad de *Ceratocystis fimbriata* y posible resistencia en café var. Borbón. *Cenicafé* 15 (1): 3-17
16. GRAVE DE P., G.; CARO C., P.; RODRÍGUEZ C., M.I. 2002. Evaluación de los índices de crecimiento y de producción en injertos de café plantados a diferentes densidades en un suelo con nematodos y valoración de una finca de referencia. *Café- Cacao* 3(3): 19-20.
17. GUTIÉRREZ Z., G.; JIMÉNEZ Q., M.F. 1970. Algunas observaciones sobre la injertación del café, practicada en Guatemala y El Salvador, como medio para el control de nematodos. *Revista Cafetalera* 98(35-47).
18. IZQUIERDO B., J.E. 1988. Comportamiento de genotipos de cafetos ante *Ceratocystis fimbriata*. *Ciencia y Técnica en la Agricultura; Café y Cacao* 10(1):53-59.
19. MARÍN M., M.; CASTRO, C., B.L.; GAITÁN B., A.L.; PREISIG O.; WINGFIELD, B.D.; WINGFIELD, M.J. 2003. Relationship of *Ceratocystis fimbriata* isolates from colombian coffee-growing regions based on molecular data and pathogenicity. *Journal of Phytopathology* 151(7-8): 395-405.
20. MORERAG., N.M.; ECHEVERRER., J.H. 1987. Efecto de la injertación de un patrón de *Coffea canephora* var. robusta resistente a nematodos sobre la adaptación de cultivares comerciales y de selecciones de café con resistencia a la Roya *Hemileia vastatrix* Berk y Br. Turrialba (Costa Rica), IICA-Promecafe,. 12p.
21. OROZCO C., F.J. 1976. Utilización del híbrido triploide *Coffea arabica* por *C. canephora* en cruzamientos interespecíficos. *Cenicafé* 27(4) : 143- 157.
22. RAGHURAMULU, Y.; THIMMARAJA, K.R. 1998. Early observations on graft compatibility between commercial arabica coffee cultivars and desirable rootstocks. *Plantations, Recherche Developpment* 5(1): 41-46.
23. RAMACHANDRAN, M.; REDDY, A.G.S.; SURESH K., V.B. 1993. Top working of *Coffea canephora* Robusta. C.V.S. 274 with *Coffea arabica* C.V. Canvery. *Journal of Coffee Research* 23(2):121-125.
24. REYNA, E.H. 1966. La técnica de injerto hipocotiledonar del cafeto para el control de nematodos. *Café* 7(1): 5- 9.
25. RIVILLAS, O., C.A; LEGUIZAMÓN, C, J.E.; GIL, V., L.F. 1999. Recomendaciones para el manejo de la roya del cafeto en Colombia. *Boletín Técnico Cenicafé* 19: 7-36.
26. SHIVARAMA, R.; SRINIVASAN, C. S. 1983.. Conversion of unproductive coffee plants through grafting. *Journal of Coffee Research* 13(3): 81-84.
27. TIMMER L.W.; MENGE J.L. 2002. Enfermedades inducidas por *Phytophthora*. In: Timmer L.W.; Garnsey S.M.; Graham J.H. (Eds.). *Plagas y enfermedades de los cítricos*. Segunda Edición. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. p. 12-15.
28. WAMATU, J. N.; KINGORO M. 1993. Grafting as a tool in the vegetative propagation of *C. arabica* cultivar Ruiru II. *Kenya Coffee* 58 (1557-1564).