

EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA DE CAFÉ POR ANTIXENOSIS A *Hypothenemus hampei* (Ferrari) EN CONDICIONES CONTROLADAS

Juan Vicente Romero*; Hernando Cortina-Guerrero**

RESUMEN

ROMERO, J. V.; CORTINA G., H. C. Evaluación de germoplasma de café por antixenosis a *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en condiciones controladas. *Cenicafé* 55(4):341-346.2004

Con el objetivo de evaluar la resistencia de diez introducciones etíopes de *Coffea arabica* L., una de *Coffea liberica* Bull ex Hiern. y la variedad Caturra, por antixenosis a la broca del café, se realizaron tres experimentos en condiciones controladas ($26^{\circ}\text{C} \pm 1$; $75\% \pm 5$ H.R.). En los dos primeros se midió la preferencia de la broca al elegir entre introducciones. Las unidades experimentales (UE) fueron bandejas con 50 frutos a 0,55; 0,85; 1,15 y 1,45m de altura, en una jaula entomológica (1,7 x 1,7 x 1,8m), y brocas en relación 1:1. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA). A los ocho días se evaluó la infestación, el número de brocas por cereza y su penetración. Los frutos a mayor altura fueron más colonizados. No se encontraron diferencias entre genotipos, en la infestación, penetración o el número de brocas por cerezas. En el tercer experimento se infestó individualmente cada introducción. La UE fue una jaula cilíndrica (1,2m de alto y 0,4m de diámetro), dentro de la cual se colocaron 50 frutos y 50 brocas adultas; en un diseño de BCA con tres repeticiones. Tampoco se encontraron diferencias entre genotipos. No se observó resistencia por antixenosis relacionada con la atracción de los frutos.

Palabras Clave: Germoplasma de café, resistencia a insectos, broca del café, antixenosis.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the resistance to coffee berry borer of ten Ethiopian wild accessions of *Coffea arabica* L., one of *Coffea liberica* Bull ex Hiern. and the Caturra variety, three experiments under controlled conditions ($26^{\circ}\text{C} \pm 1$; $75\% \pm 5$ R.H.) were made. Two experiments were made testing coffee berry borer behavioral preference for each accession. The experimental units (EU) were trays with 50 berries at four different heights (0.55; 0.85; 1.15 and 1.45m) in an entomological cage (1.70 x 1.70 x 1.80m). A Complete Random Blocks design was used taking height as a homogeneity factor. After eight days the infestation, number of borers per berry and penetration level were evaluated. There were significant differences among the blocks, being the trays placed highest the most colonized. However, there were no statistical differences among the genotypes in the variables infestation percentage and number of borers per berry. In the third experiment each introduction was individually infested. The EU was a cylindrical cage (1.2m height x 0.4m of diameter) that contained a tray with 50 berries and 50 mature borers. A Random Blocks design with three repetitions was used. There were no differences among genotypes. There was no resistance to antixenosis related to the berries of these introductions.

Keywords: Coffee germplasm, resistance to insect, coffee berry borer, antixenosis.

* Ingeniero Agrónomo. Mejoramiento Genético, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Investigador Científico I. Mejoramiento Genético, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

El café es el principal cultivo en Colombia, del cual dependen cerca de 560.000 productores; además es generador de unos 2.000.000 de empleos y de divisas (un 17% en promedio, en la década pasada) (4, 7). Desde su aparición en Colombia en 1988, la broca, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), se ha distribuido en todos los departamentos cafeteros (2), encontrándose prácticamente en las 800.000ha sembradas (4), y convirtiéndose en la principal plaga del cultivo por sus efectos sobre la calidad, la productividad y los costos de producción.

La broca ataca al grano de café que le sirve de alimento y refugio durante prácticamente toda su vida. Para su manejo, el Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, recomienda un programa integrado que comprende prácticas culturales, recolecciones adecuadas y oportunas, renovación del cultivo, control biológico (con hongos entomopatógenos o con insectos que la depredan y parasitan), y controles químicos con insecticidas de baja toxicidad (2).

Todas las variedades de *Coffea* son atacadas por este insecto; sin embargo, existe un amplio germoplasma de café que debe evaluarse buscando identificar genotipos resistentes (o menos susceptibles), como primer paso para la obtención de variedades mejoradas que tengan resistencia y que puedan usarse, junto o en sustitución de las medidas anteriores, para disminuir el daño de esta plaga.

Para encontrar estos genotipos -fuentes de resistencia-, Cenicafé, inició un proyecto de búsqueda de resistencia a la broca en el cual se desarrollaron procedimientos de evaluación tanto de campo como de laboratorio y se evaluaron en campo, diferentes introducciones, cultivadas y silvestres de *Coffea arabica*, y de especies afines de este género; encontrando, especialmente en las introducciones de Etiopía, centro de origen y diversificación de

esta especie, algunas con menor infestación que la variedad Caturra, usada como testigo.

La evaluación de estas introducciones ha continuado en condiciones controladas para confirmar los resultados de campo y determinar el mecanismo de resistencia involucrado: antibiosis, que afecta la biología del insecto, o antixenosis, que afecta su preferencia por la planta.

Por otra parte, en trabajos realizados en distintos lugares se ha encontrado que *Coffea liberica* Bull ex Hiern. es una de las especies menos preferidas por la broca. En 1923 Leefmans citado por Ticheler (8), observó durante un año la infestación de broca sobre varias especies de *Coffea* en los jardines experimentales de Bogor (Indonesia), encontrando que los tipos de *C. liberica* fueron los menos afectados, con infestaciones entre 16 y 22%, mientras que en la India, el Central Coffee Research Institute (CCRI) encontró infestaciones en frutos del 7%, en condiciones de laboratorio, comparadas con 18% halladas en *C. arabica* (3).

Considerando lo anterior, en esta investigación se presentan los resultados de la evaluación de 10 introducciones etíopes de café por antixenosis a la broca, que resultaron tener menor infestación en campo, y una introducción de *C. liberica*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. Se realizaron tres experimentos, el primero en las instalaciones de la Estación Central Naranjal del Centro Nacional de Investigaciones del Café, Cenicafé, localizada en el municipio de Chinchiná (Caldas), donde se acondicionó un cuarto, en el cual la temperatura osciló entre 20 y 30°C, la humedad relativa entre 40 y 85% y con luz natural. Los otros dos experimentos se realizaron en los laboratorios de Cenicafé, en un cuarto con 26°C ±

1 de temperatura, $75\% \pm 5$ de humedad relativa y 12 horas diarias de luz artificial (lámparas de 48 vatios, luz día).

Introducciones. Se evaluaron 10 introducciones de *Coffea arabica* L., recolectadas por la FAO en Etiopía en 1964, en su mayoría en la provincia de Kaffa en altitudes entre los 1.700 y 2.000m (6), y que habían sido evaluadas en campo en un experimento sembrado en Supía (Caldas). También una introducción de la especie *Coffea liberica* Bull ex Hiern., originaria de la región occidental de África, y se utilizó la variedad susceptible Caturra, sembrada en el 40% del área cafetera colombiana y de alta producción, como testigo.

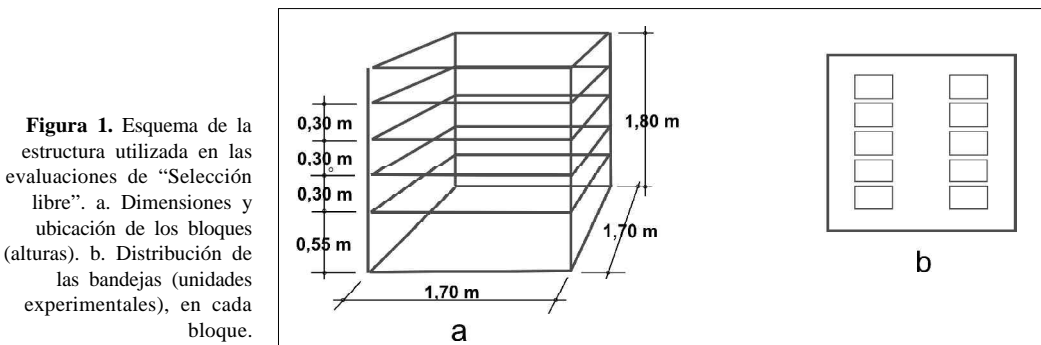
Las poblaciones de *Hypothenemus hampei* se obtuvieron de frutos brocados recolectados en el campo. Para los experimentos se usaron adultos recién emergidos.

La evaluación se realizó por dos métodos: En el primero de “Selección libre”, se siguió el procedimiento desarrollado por Álvarez *et al.* (1), para determinar diferencias en preferencia de la broca, cuando esta escoge entre frutos de diferentes genotipos. En el segundo, “Sin selección”, se colocaron en jaulas separadas cada introducción, lo cual implica mayor presión sobre el insecto el cual tiene un solo sustrato en cada jaula.

Selección libre. La Unidad Experimental (UE) fue una bandeja de malla metálica con 50 frutos maduros. Estas se ubicaron en una jaula entomológica de 1,7 x 1,7 x 1,8m, en un diseño de bloques completos al azar, con 9 introducciones y la variedad Caturra, en el cual el bloque estuvo conformado por las bandejas que se encontraban a la misma altura. Se tuvieron cuatro bloques a 0,55; 0,85; 1,15 y 1,45m del piso, en el primer experimento y tres en el segundo, a 0,85; 1,15 y 1,45m (Figura 1). Se liberaron hembras adultas en relación 1:1 con los frutos.

Ocho días después se contaron en cada UE los frutos brocados y las brocas por cereza; además, se clasificó la penetración de la broca en el fruto como: **A**, cuando inicia la perforación, **B**, si se encuentra en el canal de penetración, **C**, entrando en la almendra y **D**, en el endospermo con su descendencia (2). Con esta información se estimó el porcentaje de frutos brocados (infestación) y el número de brocas por UE, la frecuencia de frutos brocados fue transformada a raíz cuadrada, para cumplir con el supuesto de homogeneidad, antes de realizar el análisis de varianza.

Sin selección. La UE estaba compuesta por una jaula entomológica cilíndrica de 1,2m de altura y 0,4m de diámetro, dentro de la cual se colocó una bandeja de malla metálica con



50 frutos maduros y se liberaron 50 brocas adultas en su base (Figura 2). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones, las bandejas fueron instaladas en diferente fecha (bloque). A los 8 días de liberadas las brocas se midieron las mismas variables que en los experimentos de selección libre. Los porcentajes de frutos brocados fueron transformados a \log_{10} para cumplir con el supuesto de homogeneidad de varianza, y se realizó el análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Selección Libre. El protocolo para evaluar antixenosis en condiciones controladas desarrollado por Alvarez *et al.* (1), establece que la infestación en el testigo debe ser mayor de 20%; en Caturra la infestación fue del 22% y el análisis de varianza no mostró diferencias entre introducciones, pero si entre bloques, habiendo más

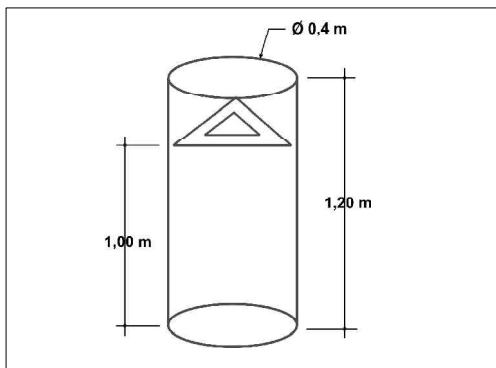


Figura 2. Dimensiones de las jaulas (unidad experimental), utilizadas en la evaluación sin selección.

infestación en las alturas superiores (Tabla 1), como lo habían señalado Alvarez *et al.* (1), y muy baja a 0,55m. Tampoco hubo diferencias estadísticas en el número de brocas dentro de los frutos.

El promedio de infestación del experimento fue de 19,8%, que es bajo comparado con el obtenido por Alvarez *et al.* (1); además, hubo alta mortalidad debida a la elevada temperatura y la baja humedad relativa registradas en el cuarto, principalmente a las horas del medio día (30°C, 45% HR). Por esta razón se repitió el experimento en un cuarto con condiciones más controladas y adecuadas para la supervivencia del insecto.

Para la segunda evaluación se colocaron bandejas solo a 0,85; 1,15 y 1,45m. Por otro lado, debido a que en campo no hubo frutos suficientes de las introducciones CCC 525 y CCC 532, fueron reemplazadas por CCC 523 y CCC 527. El análisis de varianza, nuevamente mostró efecto de la altura, pero no de introducciones en las dos variables (Tabla 2).

Sin Selección. Las evaluaciones se realizaron en el mismo cuarto con condiciones controladas. La infestación fue el doble y el análisis de varianza mostró efecto de épocas mas no de introducciones, en ninguna de las variables (Tabla 3). Estos resultados confirmaron los obtenidos en selección libre.

En la Tabla 4 se presenta la infestación en cada evaluación. Se observa que hubo dife-

Tabla 1. Análisis de varianza para la infestación y el número de brocas por bandeja. Selección libre en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas).

VARIABLE	FV	GL	CM	Pr > F
% Infestación	Introducciones	9	1,10	0,6118 N.S.
	Altura	3	14,15	0,0001 **
Nº Brocas	Introducciones	9	19,46	0,9088 N.S.
	Altura	3	530,01	<0,0001 **

FV: Fuente de Variación; GL: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio

N.S.: Diferencias no significativas; **: Diferencias significativas Datos transformados a raíz cuadrada.

Tabla 2. Promedio de infestación en las tres evaluaciones en condiciones controladas y en campo.

Introducción	Selección libre		Sin selección ^a	Campo ^b
	Naranjal ^a	Plan Alto ^a		
	%			
Caturra	22,0	45,3	27,3	37,4
<i>C. liberica</i>	23,0	49,3	22,7	-
CCC 203	17,0	34,7	23,0	18,4 ^c
CCC 213	20,5	40,0	16,0	17,3 ^c
CCC 346	20,0	39,3	26,0	21,2 ^c
CCC 477	12,5	26,7	30,0	22,5 ^c
CCC 529	26,0	48,0	21,0	22,3 ^c
CCC 534	15,5	30,7	26,7	23,8 ^c
CCC 523	-	33,3	30,7	22,5 ^c
CCC 527	-	36,0	34,0	18,0 ^c
CCC 525	22,5	-	-	11,5 ^c
CCC 532	19,0	-	-	19,9 ^c
Dunnett _{0,05}				3.017

* Análisis de varianza no significativo; ** Promedio de tres años de evaluación de experimentos realizados entre 1997 y 1999 en Supía – Caldas; *** Diferente a Caturra.

Tabla 3. Análisis de varianza para la infestación y el número de brocas por bandeja. “Selección libre” en Planalto (Chinchiná, Caldas).

Variable	FV	GL	CM	Pr > F
% Infestación	Introducciones	9	0,98	0,2922 N.S.
	Altura	2	7,59	0,0011 **
Nº Brocas	Introducciones	9	62,82	0,4130 N.S.
	Altura	2	563,73	0,0013 **

FV: Fuente de Variación; GL: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio

N.S.: Diferencias no significativas; **: Diferencias significativas Datos transformados a raíz cuadrada.

Tabla 4. Análisis de varianza para el porcentaje de infestación y el número de brocas por bandeja. Evaluación de antixenosis “Sin selección”.

Variable	FV	GL	CM	Pr > F
% Infestación	Introducciones	9	0,02	0,1015 N.S.
	Fechas	2	0,18	<0,0001 **
Nº Brocas	Introducciones	9	13,85	0,1388 N.S.
	Fechas	2	216,98	<0,0001 **

FV: Fuente de Variación; GL: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio

N.S.: Diferencias no significativas; **: Diferencias significativas - Datos transformados a log₁₀.

rencias entre los sitios de evaluación y entre los métodos. Estos resultados no muestran evidencias de que haya menor preferencia de la broca por los frutos de alguna de estas introducciones.

Según Cortina¹, en el campo estas introducciones mostraron significativamente menor infestación que la var. Caturra (Tabla 4). Estos resultados sugieren que si en campo hay más atracción de la broca por la var. Caturra,

¹ CORTINA G., H.A. Búsqueda de fuentes de resistencia genética a la broca *Hypothenemus hampei*, en germoplasma de café. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ- CENICAFÉ. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Informe anual de la Disciplina de Mejoramiento Genético 1999-2000. Chinchiná, Cenicafé, 2000. (Proyecto MEG 08.00)

ésta no depende de los frutos sino que se relaciona con otras características de la planta como su arquitectura compacta comparada con la abierta de estas introducciones, la cual no proporciona un adecuado refugio al insecto, que prefiere ambientes más sombreados.

Los resultados coinciden con los encontrados por Villagran (9), quien usando un método similar (recipientes con frutos contenidos en otra estructura e infestados con broca), tampoco encontró diferencias entre algunas variedades de *C. arabica* y genotipos de *C. liberica*, y se diferencian de las menores infestaciones en *C. liberica* registradas por Leefmans citado por Ticheler (8) y el CCRI (3).

Sin embargo, Villagran (9), señala que *H. hampei* en frutos con estructuras densas, como los de *C. liberica*, presentan dificultad a la penetración, lo que puede perjudicar al insecto. En los frutos brocados de los tres experimentos de este trabajo, la frecuencia encontrada de hembras en posiciones C y D fue en la mayoría de los casos superior al 70%, en todas las introducciones.

La broca penetró en los frutos de *C. liberica* con la misma capacidad y con la misma frecuencia de infestación que en las otras introducciones incluida Caturra, corroborando que la aceptación de la broca no depende exclusivamente del fruto y que en el campo son más los factores que conducen a que un cafeto sea más o menos infestado por la broca.

Se encontró, en general, que no hay diferencia en la preferencia de la broca por los frutos desprendidos entre las 10 introducciones etíopes, Caturra o *C. liberica*. A los 8 días la penetración de la broca en los frutos de *C. liberica*, de pulpa más gruesa y pergamino más duro, fue igual a la de los cafés arábigos. Y por último, no se observaron mecanismos de resistencia por antixenosis relacionados con los frutos de las introducciones evaluadas, al compararlas con Caturra.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Miguel Serrano, al auxiliar John Esteban Quintero, y al Ingeniero Agrónomo Henry Ochoa, tesista de Cenicafé.

Esta investigación se realizó con la cofinanciación de Colciencias (Convenio 225-07-001-93)

LITERATURA CITADA

1. ÁLVAREZ S., J.H.; CORTINA G., H.A.; VILLEGAS M., J.F. Método para evaluar antixenosis a *Hypothenemus hampei* en café, bajo condiciones controladas. Cenicafé 53 (1):49-59. 2002.
2. BUSTILLO P., A. E.; CÁRDENAS M., R.; VILLALBA G., D.A.; BENAVIDES M., P.; OROZCO H., J.; POSADA F., F.J. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 1998. 134 p.
3. CENTRAL COFFEE RESEARCH INSTITUTE - CCRI. KARNATAKA. INDIA. Coffee berry borer in India. Karnataka, CCRI, 2001. 112 p.
4. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS – FNC. BOGOTÁ. COLOMBIA. Sistema de Información Cafetera. SICA. Encuesta nacional cafetera. Estadística cafetera, informe final. Bogotá, FNC, 1997. 164 p.
5. LE PELLE, R.H. Las plagas del café. Barcelona, Labor. 1973. p. 138-148.
6. MEYER, F.G. FAO Coffee mission to Ethiopia 1964-1965. Roma, FAO. 1968. 200 p.
7. PIZANO, D. El café en la encrucijada. Evolución y perspectivas. Bogotá, Ed. Alfaomega, 2001. 80 p.
8. TICHELER, J.H.G. Estudio analítico de la epidemiología del escoltido de los granos de café *Stephanoderes hampei* Ferr., en Costa de Marfil. Cenicafé 14(4):223-294. 1963.
9. VILLAGRÁN G., W. Atractividad relativa y susceptibilidad de varias especies y cultivares de café *Coffea* spp. a la broca del fruto *Hypothenemus hampei* Ferr. en condiciones de laboratorio. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 1991. 43 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).