

# MÉTODOS PARA EVALUAR ANTIBIOSIS A *Hypothenemus hampei* EN CAFÉ BAJO CONDICIONES CONTROLADAS<sup>1</sup>

Jesús Hélder Álvarez-Sandoval\*, Hernando Alfonso Cortina-Guerrero\*\*, Juan Federico Villegas-Mejía\*\*\*

---

## RESUMEN

ÁLVAREZS., J.H.; CORTINA G., H.A.; VILLEGAS M., J.F. Métodos para evaluar antibiosis a *Hypothenemus hampei* en café bajo condiciones controladas. *Cenicafé* 52(3):205-214. 2001.

Con el objetivo de determinar un procedimiento para evaluar antibiosis en condiciones controladas, se realizaron tres experimentos en los que se comparó el número de estados biológicos desarrollados bajo diferentes sistemas de cría de la broca, utilizando diferentes recipientes y sustratos como café pergamino y dietas con café molido. En todos los experimentos se usó un diseño completamente al azar, de 7 a 10 introducciones de Etiopía y la variedad Caturra como testigo susceptible, y en los residuos de cada disección se midió la humedad. Cuando el análisis de varianza mostró diferencia significativa entre introducciones en el número de estados biológicos se realizó la prueba de Dunnett. Los experimentos se realizaron en un cuarto con una temperatura entre 26 y 29°C, con una humedad relativa del 70 al 80% y con 12 horas de luz artificial. En el primer experimento las diferencias en los estados biológicos fueron poco consistentes y no se atribuyen a la introducción debido a la pérdida rápida de humedad de los granos. Los ensayos del experimento con dietas presentaron baja correlación en sus respuestas y la cantidad de estados totales obtenidos en el testigo fue mucho menor que la reportada en crías en dietas. El experimento con vial-grano mostró diferencias significativas y la introducción E-46 con un número menor de estados biológicos que la var. Caturra. La correlación entre los dos ensayos fue del 98,3 % lo que permitió escoger este método como el más confiable para evaluar antibiosis.

**Palabras claves:** Café, broca del café, sistemas de cría, resistencia genética, variedades de café.

---

## ABSTRACT

This research was done with the objective of determine a procedure to evaluate antibiosis under controlled environment. Three experiments in which the number of biologic states developed under different breed systems of coffee berry borer using several containers and substrates such as parchment coffee and diets with grind coffee were carried out. In all the experiments a totally randomized design with 7 to 10 accessions from Ethiopia as well as Caturra variety as susceptible control were used, besides, in each dissection residuals humidity was measured. When the variance analysis exhibited significant differences among accessions on the biological stages number, Dunnett test was applied. The experiments were made in a room with temperatures between 26 and 29°C, with relative humidity from 70 to 80% and with 12 hours of artificial light. In the first experiment the biological states differences were little consistent and they were not associated with the genotype due to the quick humidity loss in the grains. The diet experiment exhibited low correlation in their responses and the amount of total states obtained in the control was much lower than the one reported in breeds in diets. The experiment with grains in vials showed significant differences. The introduction E-46 showed a number of biological stages significantly lower than Caturra variety. The correlation between both assays was 98,3 %, which allowed choosing this method as the most reliable to evaluate antibiosis.

**Keywords:** Coffee, coffee berry borer, breed systems, genetic resistance, coffee varieties.

---

<sup>1</sup> Este trabajo fue parcialmente financiado por Colciencias

\* Ing. Agrónomo, Estudiante de Maestría en Fitomejoramiento. Universidad Nacional de Colombia.

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

\*\*\* Auxiliar III de Investigación. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La resistencia de las plantas a insectos es una de las herramientas con que cuenta el hombre para reducir el daño que éstos pueden causar. En café podría usarse para disminuir el control de la broca (*Hypothenemus hampei*), como un método único de control o como un componente del manejo integrado del insecto. En general, para obtener variedades resistentes a insectos es necesario identificar fuentes de resistencia a la plaga y transferirlas a genotipos de buenas características y adaptados, como las variedades cultivadas en una región. Para la identificación de la resistencia se deben tener métodos de evaluación de la respuesta de la planta y del insecto cuando interactúan. La poca o ninguna disminución en la producción y el efecto nocivo sobre el insecto son manifestaciones de resistencia, que se clasifican en mecanismos de resistencia.

Los mecanismos de resistencia son aquellas características de la planta que hacen que el insecto le cause menores daños. Painter (9) identificó tres mecanismos: preferencia o no preferencia (antixenosis), antibiosis y tolerancia. La tolerancia se presenta cuando una planta mantiene elevadas poblaciones de la plaga, o ésta afecta algunos órganos, sin que se disminuya su producción; este mecanismo no es factible en el caso de la broca del café, puesto que el insecto ataca directamente al grano y su daño es irreversible. La antixenosis ocurre cuando algunas características físicas y/o químicas de la planta evitan que esta sea preferida por el insecto para la oviposición, refugio o alimento. Por último, la antibiosis ocurre cuando la planta afecta negativamente la fisiología del insecto.

La antibiosis se manifiesta por los efectos fisiológicos adversos, temporales o permanentes, que ocurren en un insecto, como consecuencia de la ingestión de órganos de una planta (9); puede afectar el desarrollo y/o la reproducción del insecto (5). Leefmans, citado por Ticheler (14) encontró diferencias en el número

de estados biológicos de *H. hampei* desarrollados en diferentes genotipos de café, y agrupó los genotipos de acuerdo al mayor o menor número de insectos emergidos.

Las evaluaciones de la resistencia se pueden realizar tanto en el campo como en el laboratorio, y aunque hay principios generales, los métodos varían de acuerdo con el cultivo, la plaga, el órgano afectado y el mecanismo a evaluar. Los investigadores y/o Centros, pueden diferenciarse en los procedimientos para determinar la resistencia al mismo insecto; sin embargo es deseable que éstos sean en lo posible lo más generales para facilitar las comparaciones entre investigadores. En el caso de la broca, se han realizado evaluaciones en diferentes épocas y lugares que incluyen los mecanismos de antibiosis y antixenosis pero no se conocen trabajos para desarrollar y comparar procedimientos de evaluación para antibiosis, que sean sencillos, consistentes y económicos.

Koch (6), evaluó tres poblaciones de *Coffea canephora*: Robusta Ineac, Robusta Ebobo y Kouilou, disecando los frutos recolectados en diferentes pases de cosecha. Contó el número de estados y determinó la población que presentaba menos condiciones para el desarrollo del insecto. También crió broca en laboratorio sobre frutos de estos materiales y comparó el número de estados después de disecar los frutos cada siete días, hasta completar un ciclo biológico del insecto.

Villagran (16) investigó mediante la utilización de cajas y cilindros de aluminio con frutos de café. Contó el total de estados biológicos de la broca en las especies: *C. arabica*, *C. liberica*, *C. kapakata* y *C. canephora*, y concluyó que en *C. kapakata* existía antibiosis.

**Evaluación de antibiosis en condiciones controladas.** El fruto del café suministra el alimento y el refugio a todos los estadios de la

broca, con excepción del tiempo durante el cual la hembra joven vuela en búsqueda de una nueva cereza para su reproducción (14).

Para la evaluación de antibiosis en condiciones controladas se debe criar eficientemente el insecto para un suministro oportuno y suficiente de brocas con que infestar el material. Se ha logrado criar en condiciones controladas, *H. hampei* sobre frutos maduros de café, sobre café pergamino seco, en granos verdes (sin pergamino), en cafés pergamino humedecido y en dietas artificiales (1, 2, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16). Sin embargo, cuando se utilizan frutos maduros desprendidos, con frecuencia se contaminan con ácaros y hongos, especialmente *Aspergillus* spp y *Penicillium* spp, aún después de ser tratados preventivamente con acaricidas y fungicidas. Estos hongos también son frecuentes en el café almendra (1).

Para usar el grano pergamino seco en la cría de broca, debe tener una humedad entre el 35 y el 45%. La cría se hace a una temperatura de 24°C y una humedad relativa no menor del 70% (1, 12). En Cenicafé se cría masivamente la broca utilizando estas condiciones obteniéndose entre 25 y 30 estados biológicos por grano brocado a los 30 días de la infestación.

La dieta artificial elaborada inicialmente por Villacorta (15) y modificada por otros investigadores (3, 11), que la han hecho más eficiente y económica, ha permitido la reproducción del escoltído para usarlo en la cría de los parasitoides (*Prorops nasuta* Waterston, *Cephalonomia stephanoderes* Betren, *Phymastichus coffea* La Salle) El café molido es el ingrediente fundamental en la elaboración de la dieta.

El número y la distribución de los estados biológicos obtenidos con esta dieta es similar a los obtenidos con café pergamino en el mismo tiempo y con las mismas condiciones (10).

El objetivo de esta investigación fue determinar un método para evaluación rutinaria por antibiosis de germoplasma de café bajo condiciones controladas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres experimentos que evaluaron los estados biológicos de la broca criada en café pergamino y dietas provenientes de varios genotipos de café: El primero utilizó cajas plásticas con grano pergamino; el segundo tubos cilíndricos de burusilicato (Vial) con una base de 0,9 cm de diámetro y 3,4 cm de altura, dieta artificial; el tercero un vial y un grano de café pergamino.

Los experimentos se realizaron en el Centro Nacional de investigación de café "Pedro Uribe Mejía" Cenicafé, municipio de Chinchiná, departamento de Caldas en un cuarto con temperatura entre 26 y 29° C., humedad relativa entre 70 y 80%, y periodos de luz artificial de 12 horas (Lámparas de tubo de 48 vatios, luz día).

El cuarto y todos los instrumentos utilizados en los experimentos se desinfestaron con un acaricida (Propargite, 0,7ml/l) y un fungicida (cloruro de benzalconio, 10ml/l) y se utilizaron después de siete días.

**Material biológico. Germoplasma de café.** Se evaluaron entre 8 y 11 introducciones de *C. arabica* recolectadas en Etiopía en la provincia de Kaffa por Meyer y otros (7), y la variedad Caturra como testigo. El número de genotipos evaluados dependió de la disponibilidad de frutos los cuales se cosecharon en el banco de germoplasma de café de Cenicafé localizado en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas).

**Poblaciones de *H. hampei*, (Ferrari).** La infestación se realizó con broca adulta recién

emergida de café guayaba mantenido en la unidad de cría de parasitoides de *Cenicafé*.

**Métodos. Antibiosis en cajas plásticas.** Se cosecharon frutos maduros de café, se beneficiaron y se llevaron a una humedad del 45%. Se tomaron 800 granos normales y sanos por genotipo y se colocaron dentro de cuatro cajas plásticas rectangulares con tapa, de 17 x12 x7cm (Figura 1), 200 granos por caja. Luego se infestó en una relación de dos insectos por grano y se tapó la caja.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 repeticiones y de 8 a 11 genotipos; la unidad experimental fue la caja. Se evaluó a los 7, 14, 21 y 28 días después de la infestación, disecando de cada caja 10 granos con un solo orificio causado por la broca y contando los diferentes estados. En los residuos de disección en cada caja se midió la humedad. Se hizo análisis de varianza para el número de cada estado biológico y cuando hubo diferencia significativa se compararon las introducciones con el testigo mediante una prueba de Dunnett ( $p=0,05$ ).

**Antibiosis en viales con dietas artificiales.** En el segundo experimento se evaluó la antibiosis alimentando a la broca con dietas



Figura 1. Caja plástica con granos de café pergamino

artificiales preparadas con café molido de cada uno de los genotipos. Para su elaboración se siguió el protocolo desarrollado por Ruiz *et al.* (13). Una vez preparada la dieta se vertió sobre un molde de acrílico para formar cilindros de 0,8cm de diámetro y 1,0cm de altura, con un peso de 0,8g que corresponden aproximadamente al peso de un grano de café pergamino. Éstos se colocaron en cajas cerradas herméticamente y se llevaron a un congelador durante 24 horas. Después, las cajas se llevaron a un liofilizador durante unas 4 horas, tiempo en el que los cilindros alcanzaron una humedad del 60%, que según Ruiz *et al.* (13), es óptima para el desarrollo de la broca. Los cilindros de dieta se introdujeron en viales, 40 por genotipo, infestados con una broca y cerrados con una tapa con un orificio de 1,0mm. Los viales se colocaron en un portaviales y se llevaron al cuarto.

La unidad experimental, el vial, se dispuso en un diseño completamente al azar con 8 genotipos y cuarenta repeticiones. Se realizaron cuatro evaluaciones a los 10, 20, 30 y 40 días después de la infestación, disecando 10 viales por introducción y contando los estados biológicos.

En los residuos de cada disección se midió la humedad. Se realizó un análisis de varianza para cada uno de los estados biológicos, y cuando hubo diferencias significativas se compararon las introducciones con el testigo con una prueba de Dunnett ( $p=0,05$ ).

**Antibiosis en viales con grano pergamino.** Los viales se usaron para disminuir la pérdida rápida de humedad de los granos, que impedía la producción y desarrollo de un mayor número de estados biológicos. Adicionalmente, se requería menor número de granos.

En un vial igual al usado en el experimento anterior, se introdujo un grano de café pergamino

no con una humedad del 43%, seco de agua, (Figura 2) y una broca adulta (Figura 3), y se cerró con una tapa con un orificio de 1mm.

Los viales se colocaron en un portaviales y se llevaron al cuarto. Transcurridos siete días se determinó la colonización mediante la observación del orificio de entrada y la presencia del ripio que se produce cuando el insecto construye el túnel de penetración.

Se usó un diseño completamente al azar con 11 genotipos y 40 repeticiones, con un vial con un grano y una broca como unidad experimental. La evaluación se realizó a los 28 días, disecando los granos y contando los estados biológicos. Nuevamente los residuos provenientes de la disección se utilizaron para conocer la humedad del grano al finalizar la evaluación. Se realizó análisis de varianza para el total de estados biológicos y para la comparación de



Figura 2. Introducción del grano pergamino en el vial.



Figura 3. Infestación del grano con un adulto de broca

las introducciones con el testigo se utilizó la prueba de Dunnett ( $p=0,05$ )

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Antibiosis en cajas.** En la Tabla 1 se presentan los resultados de los tres ensayos de antibiosis en cajas. El análisis de varianza para el primero mostró diferencias significativas en el número de huevos y en el de larvas (Tabla 2). Pero estas diferencias no necesariamente son genéticas, sino que pueden ser ocasionadas por la poca humedad en el grano, pues al medirse en los residuos se encontró que en la mayoría de las cajas era muy baja para el desarrollo del insecto (Tabla 3). Según Orozco (8), para su reproducción la humedad del grano no debe ser inferior a 20% a los 28 días. Fernie *et al.* (4) encontraron que *H. hampei* no sobrevive en café arábigo con menos de 13,5% de humedad y en café *Robusta* con menos del 12,5% de humedad.

La pérdida de humedad depende del número de granos brocados con un sólo orificio que queda en cada caja, ya que al desechar los no colonizados o aquellos con más de uno, los restantes se deshidratan más rápido, al haber más circulación de aire. En el segundo y tercer ensayo al mantener los granos dentro de las cajas disminuyó la pérdida de humedad, encontrándose a los 28 días un promedio de 22,4% de humedad para el tercero y del 23,2% para el segundo (Tabla 3).

El análisis de varianza del segundo ensayo mostró diferencia significativa únicamente en el estado de pupas, y el tercero en el adulto. La prueba de Dunnett de este último determinó que 9 genotipos tenían menos adultos que el testigo (Tabla 1). La gran variabilidad en las respuestas del segundo y tercer ensayo (Tabla 1), pudo ser ocasionada por diferencias en la humedad de los granos de algunas introducciones, aunque el promedio de los dos experimen-

**TABLA 1.** Promedio de estados biológicos de *H. hampei* en tres ensayos de antibiosis en cajas con café pergamino.

Introducción	HUEVOS (7 días)			LARVAS (14 días)			PUPAS (21 días)			ADULTOS (28 días)		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
E-30		8,7	10,5		6,7	13,7		4,8*	4,3		7,0	9,1
E-46		9,7	8,2		9,8	13,2		5,8*	3,8		5,9	7,5*
E-47	13,0	9,8	8,4	10,6*	7,7	11,9	3,3	4,5*	4,1	4,2	5,7	7,7*
E-48	10,8	7,6	8,1	9,4*	9,2	13,3	3,0	2,3	3,6	4,3	3,9	4,3*
E-59	10,3	8,5	7,9	9,9*	10,2	13,5	2,7	1,5	5,3	5,4	4,2	6,9*
E-143	7,3*	6,9	7,6	4,8*	10,6	10,0	0,0	1,6	3,7	3,2	4,9	6,3*
E-225			9,0			13,9			5,4			7,6*
E-265	9,9		9,0	7,6*		13,4	2,6		2,2	4,3		6,5*
E-315		8,6	9,3		9,8	12,0		4,0	4,0		4,2	7,7*
E-496	13,3	9,0	8,1	9,6*	9,1	10,6	1,5	2,5	4,2	3,8	3,9	6,6*
E-575	10,9			9,0*			1,0			2,8		
Caturra	11,7	8,2	9,7	15,7	11,2	12,6	2,9	2,4	4,0	5,0	4,9	12,1
Humedad	32,5	39,8	38,3	21,4	33	36,3	17,8	27,8	29,4	10,6	23,2	22,4

\*Genotipos diferentes al testigo Caturra según prueba de Dunnet al 5%.

**TABLA 2.** Análisis de varianza para el número de estados en los ensayos de antibiosis en cajas con café pergamino.

F.V	HUEVOS			LARVAS			PUPAS			ADULTOS		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
G.L Int.	7	8	10	7	8	10	6	8	10	7	8	10
G.L Error	24	35	28	24	35	28	12	27	25	23	31	27
C.M. Int.	14,6*	5,8	2,6	37,6*	11,7	5,2	1,1	9,8*	1,8	3,1	6,7	14,6*
C.M Error	1,8	3,7	3,6	3,7	7,8	8,7	2,0	0,7	1,4	2,4	2,6	3,7
C. V.	12,3	23,4	22,0	20,2	28,3	23,8	53,7	25,6	29,0	37,5	31,6	25,5

\* Diferencia altamente significativa entre genotipos.

**TABLA 3.** Humedad de los granos en los experimentos de antibiosis en cajas con café pergamino.

Antibiosis	Ensayo	% de Humedad*				
		Inicial	7 días	14 días	21 días	28 días
Cajas	1	45,7	32,5	21,4	17,8	10,6
	2	45,2	39,8	34,3	27,8	23,2
	3	45,8	38,3	36,3	29,4	22,4
Dietas	1	61,3	57,5	50,5	46,7	41,3
	2	59,7	53,9	48,2	44,6	39,7
Vial	1	42,3	39,5	35,8	32,3	30,4
	2	43,5	40,8	37,7	35,6	33,4

\* Medida en los residuos de disección.

tos estuvo por encima del 20%. Este es un inconveniente para la aplicación del método, al menos mientras no se controle la pérdida rápida de humedad en el grano en cada genotipo, por ser este factor determinante para su confiabilidad.

Los trabajos de Koch (6) y Villagran (16) no registran el contenido de humedad de los granos al momento de la evaluación. Esto limita la discusión de los métodos aunque por haber utilizado frutos debió ser alta.

**Antibiosis en viales con dietas.** En el análisis de varianza del primer ensayo no se observaron diferencias entre los genotipos, mientras que en el segundo sí (Tabla 4). La prueba de Dunnett para el segundo ensayo (Tabla 5), muestra que hay dos genotipos con menor número de estados que la variedad Caturra.

Sin embargo, el número de estados totales encontrados en estos ensayos, especialmente en var. Caturra, 18,8, es muy inferior a los obtenidos por Portilla (10) en dieta con la misma variedad, 44,5. Este escaso número de estados no permite afirmar que las diferencias obtenidas entre los genotipos, en el segundo ensayo, sean debidas a la antibiosis.

La asepsia requerido para la elaboración de las dietas y la temperatura en las diferentes

**TABLA 4.** Análisis de varianza para el número total de estados en los ensayos en dietas artificiales.

F.V	G. L.		C. M.	
	Ens. 1	Ens. 2	Ens. 1	Ens. 2
Introducción	7	7	28,72	85,06*
Error	139	57	39,24	36,64
Total	146	64		
C. V.			46,81	46,18

\* = Altamente significativo

**TABLA 5.** Promedio del total de estados biológicos de *H. hampei* en dietas artificiales.

Introducción	Ensayo 1	Ensayo 2
Cat.	13,4	18,8
E-143	11,6	9,1*
E-265	13,5	11,7
E-47	13,5	14,4
E-48	15,1	11,2
E-496	13,9	12,9
E-575	14,3	15,0
E-59	11,6	9,5*
Humedad	41,30	39,70

\* = Diferentes a var. Caturra según prueba de Dunnett al 5%.

etapas pudo ocasionar desnaturalización de algunos componentes del café, dificultando la obtención de respuestas diferenciales entre los genotipos. Además, los compuestos usados en la elaboración de la dieta pueden neutralizar sustancias implicadas en la antibiosis.

Sobre este método deben realizarse más investigaciones puesto que con él se puede disponer de café molido en cualquier época del año, es decir, que el café puede almacenarse.

#### **Antibiosis en viales con grano pergamino.**

En la Tabla 6 aparece el análisis de varianza de los dos ensayos. Ambos mostraron diferencias significativas entre genotipos y con las pruebas de Dunnett se encontró que el genotipo E-46, presentaba un número significativamente menor de estados biológicos que el testigo en ambos ensayos, mientras que el E-59 solo en el segundo (Tabla 7).

La correlación entre los totales de estados biológicos de los genotipos en los dos ensayos fue de 98,3%.

Al compararla con la del experimento de antibiosis en cajas, la pérdida de humedad es menor dentro del vial (Tabla 3), mejorando las condiciones para el desarrollo del insecto. El número de individuos encontrados en el testigo es similar al registrado por Portilla (10) (Tabla 7).

Los promedios de estados totales obtenidos con los viales con grano pergamino, son mayores en todos los genotipos que los encontrados con los otros dos métodos (Tabla 8), como consecuencia de la menor pérdida de humedad del grano cuando se compara con el método de las cajas, y de un mejor alimento comparado con las dietas artificiales.

De los tres procedimientos evaluados, éste resultó el más adecuado para medir antibiosis

**TABLA 6.** Análisis de varianza para el número total de estados biológicos en los ensayos en viales con café pergamino.

F.V	G. L.		C. M.	
	Ens. 1	Ens. 2	Ens. 1	Ens. 2
Introducción	10	10	245,85*	261,66 *
Error	341	325	120,28	109,29
Total	351	335		
C. V.			44,18	40,79

\*= Altamente significativo.

**TABLA 7.** Promedio de estados totales de *H. hampei* en introducciones de café.

Introducción	Ensayo 1	Ensayo 2
Cat	28,9	30,46
E-30	27,94	27,94
E-46	20,38*	20,51*
E-47	23,45	24,06
E-48	25,20	25,84
E-59	21,93	22,32*
E-143	23,25	24,65
E-225	23,85	25,06
E-265	26,09	26,71
E-315	23,62	25,11
E-496	28,64	29,48

\*= Diferentes al Caturra según prueba de Dunnett al 5%.

**TABLA 8.** Promedio del total de estados de biológicos de *H. hampei* obtenidos en los experimentos con Cajas, Viales y Dietas.

Introducción	Cajas plásticas			Viales con grano		Viales con dieta	
	Ens.1	Ens.2	Ens.3	Ens.1	Ens.2	Ens.1	Ens.2
E-30		11,6	18,2	27,9	27,9		
E-46		12,7	15,4	20,4*	20,5*		
E-47	11,6	10,5	14,8	23,5	24,1	13,5	14,4
E-48	10,1	9,4	15,2	25,2	25,8	15,1	11,2
E-59	10,7	12,2	16,7	21,9	22,3*	11,6	9,5*
E-143	3,4	11,6	16,8	23,2	24,6	11,6	9,1*
E-225			18,5	23,8	25,1		
E-265	10,1		17,3	26,1	26,7	13,5	11,7
E-315		11,7	17,4	23,6	25,1		
E-496	9,4	10,4	15	28,6	29,4	13,9	12,9
E-575	7,2					14,3	15,0
Caturra	14,3	13,3	21,5	28,9	30,4	13,4	18,8

\* = Diferentes a var. Caturra según prueba de Dunnett al 5%.  
Ens.=ensayo

en condiciones controladas. Tiene la ventaja que la unidad experimental (un vial, un grano y una broca) permite:

- Mejor control de la contaminación.
- Mayor número de repeticiones.
- Menor espacio para el experimento.
- Menor cantidad de granos para la evaluación
- Menor cantidad de broca.

Adicionalmente, los primeros pasos del procedimiento, hasta la obtención del café pergamino lavado se pueden integrar con la evaluación de las características de calidad de grano, que rutinariamente se hacen en el programa de mejoramiento.

En el Anexo aparece el protocolo y el diagrama de flujo para la evaluación de antibiosis propuesto.



## AGRADECIMIENTO

A Cenicafé y Colciencias cofinanciadores del trabajo. A Germán Moreno, Karen Dayana Rodríguez, Gabriel Alvarado y Alvaro León Gaitán, por la revisión, corrección y aportes al artículo. A Jairo Jaramillo y al personal de las subestaciones experimentales Rafael Escobar Pizano (Supía, Caldas) y Naranjal (Chinchiná, Caldas) por su gran colaboración.

## LITERATURA CITADA

1. BENAVIDES G., M.; PORTILLA R., M. Uso del café pergamino para la cría de *Hypothenemus hampei* y de su parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* en Colombia. *Cenicafé* 41 (4): 114-116. 1990.
2. BERGAMIN, J. Contribuição para o conhecimento da biologia da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) (Clo. Ipidae). *Arquivos do Instituto Biológico* 14: 31-72. 1943.
3. BRUN V., L.O.; GAUDICHON, V.; WIGLEY, P. J. An artificial diet for continuous rearing on the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). *Insect Science and its Application* 14 (5-6): 585-587. 1993.
4. FERNIE, L. M.; LANGLEY, C. I. Arabica coffee storage. Part II. A review of the problem in Tangayika. *Kenya Coffee* 31(367): 297-299. 1986.
5. HORBER, E. Tipos y clasificación de la resistencia. *In*: MAXWELL, F. G.; JENNINGS, P. R. (eds.) s *Mejoramiento de plantas resistentes a insectos*. México, D.F. Limusa. 1980. p. 35-40.
6. KOCH, V. J. M. Abundance de *Hypothenemus hampei* Ferr. Scolytides grains de café, en fonction de sa planta-hôte et de son parasite *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, en Cote D'Ivoire. Wageningen, Mededelingen Land bow hogeschool, 1973. p. 14-35. (Tesis de doctorado).
7. MEYER, F. G., FERNIE, L. M.; NARASIMHASWAMY, R. L.; MONACO, L. C.; GREATHEAD, D. J. FAO Coffee Mission to Ethiopia 1964-65. Rome. FAO, 1968. 200p.
8. OROZCOH., J. Efecto del contenido de humedad inicial del grano pergamino sobre el desarrollo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). *In*: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 21. Medellín, Julio 27 – 29, 1994 Resúmenes. Medellín, SOCOLEN, 1994. p.56.
9. PAINTER, R. H. Insect resistance in crop plants. New York, Macmillan Co., 1951. p. 23.
10. PORTILLA R., M.. Desarrollo y evaluación de una dieta artificial para la cría de *Hypothenemus hampei*. *Cenicafé* 50(1): 24-38. 1999.
11. PORTILLA R., M. Mass rearing technique for *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyilidae) on *Hypothenemus hampei* (Coleoptera scolytidae) developed usin Cenibroca artificial diet. *Revista Colombiana de Entomología* 25 (1-2): 57–66. 1999.
12. PORTILLA R., M.; BUSTILLO P., A. Nuevas investigaciones en la cría masiva de *Hypothenemus hampei* y de sus parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*. *Revista Colombiana de Entomología* 21 (1): 25–33. 1995.
13. RUIZ S., L.; BUSTILLO P., A. E.; POSADA F., F. J.; GONZALEZ G., M. T. Ciclo de vida de *Hypothenemus hampei* en dos dietas merídicas. *Cenicafé* 47(2): 77-84. 1996
14. TICHELER, J., H. G. Estudio analítico de la epidemiología del escoltíto de los granos de café, *Stephanoderes hampei*, Ferr. En Costa de Marfil. *Cenicafé* 14 (4): 223-287. 1963.
15. VILLACORTA, A. Dieta merídica para la criação de sucessivas gerações de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 14(2): 315-319. 1985.
16. VILLAGRAN, W. G. Atractividad relativa y susceptibilidad de varias especies de café (*Coffea* sp.) a la broca del café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari 1876) en condiciones de laboratorio. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1991. p. 26-37. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).

# ANEXO

## EVALUACIÓN DE ANTIBIOSIS EN VIALES CON GRANO PERGAMINO

### 1. Planeación del experimento.

- Materiales a evaluar: 8 a 10 (Incluido el testigo susceptible Caturra o Colombia).
- Diseño Experimental: Completamente al azar, con 10 repeticiones. Unidad experimental: el vial con un grano y una broca.
- Sorteo del experimento
- Numeración de los viales.

### 2. Procedimiento

- 80 granos de café pergamino seco de agua, de cada uno de los genotipos a evaluar, se llevan a una humedad entre 43 y 40%.
- Se introducen los granos de los genotipos en los viales. Un grano por vial.
- Al vial con el grano se le adiciona una broca y se cierra con tapas con un orificio de 1mm..
- Los viales se colocan en cajas criogénicas.

### 2. Evaluación.

- A los 7, 14, 21 y 28 días después de la infestación (ddi) se disecan 10 granos de cada material y se cuentan los granos no brocados, los contaminados y los estados biológicos dentro de los granos brocados.
- A los 27ddi. se mide la humedad en una muestra de 30 granos de cada genotipo.

### 3. Controles del experimento

- El promedio de granos colonizados o de brocas vivas, en la primer evaluación del testigo, no debe ser inferior al 70%, si esto no ocurre el experimento debe repetirse.
- La humedad del grano de cada uno

de los genotipos, en la cuarta evaluación debe estar por encima del 20%. Se descartan para el análisis los genotipos con menor humedad.

- El número promedio de estados totales del testigo en la cuarta evaluación debe ser mayor de 20. Si esto no ocurre el experimento debe repetirse.

### 4. Procesamiento y análisis de la información de acuerdo con le diseño.

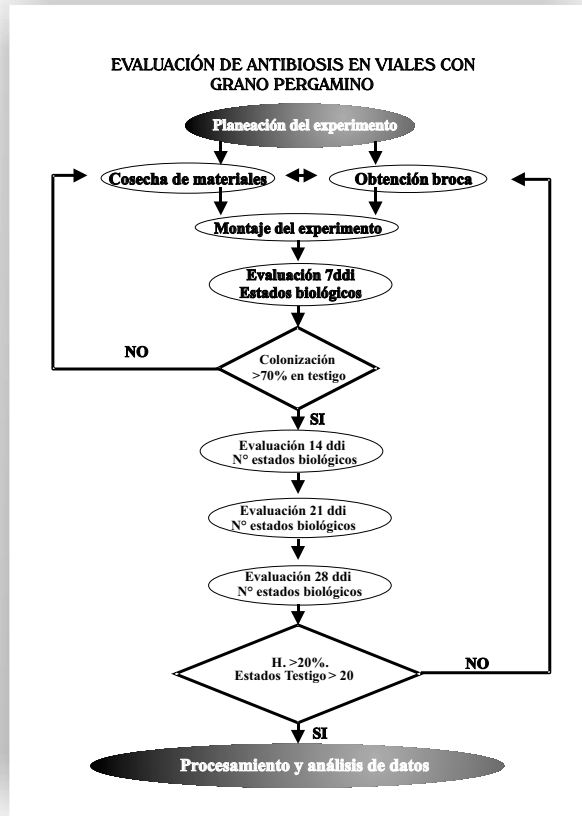


Figura 4. Diagrama para el procedimiento de evaluación de antibiosis en viales con grano pergamino.