

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE OCHO LÍNEAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) RESISTENTES A ROYA EN LA LOCALIDAD DE EL PLAYÓN, ESTADO MÉRIDA

Ranulfo Manchego¹, José Bustamante² y José Garnica¹

RESUMEN

Con el fin de seleccionar material genético resistente o tolerante a la roya del café, de alta producción y porte bajo, se evaluaron ocho líneas de Catimores, Cavimores y provenientes de germoplasma Etíope en El Playón, municipio Tovar, estado Mérida. A partir del tercer año de edad se evaluaron las variables morfológicas altura de la planta (h), número de ramas primarias (nr), grado de compactación definido por (nr/b), diámetro del tallo y vigor de la planta. Durante las cuatro primeras cosechas comerciales se evaluó la producción de café cereza por planta y el porcentaje de granos vanos. El análisis de los resultados de las variables morfológicas indica que existen diferencias estadísticas entre los genotipos. Para la producción de café cereza por planta y porcentaje de granos vanos se encontraron diferencias altamente significativas entre los genotipos y los años, no existiendo significancia para su interacción. Se calculó la heredabilidad en sentido amplio para estas últimas variables mediante la relación entre la varianza genotípica y la varianza fenotípica entre medias de genotipos. Esta fue del 78 y 84 % para producción de café cereza y granos vanos, respectivamente.

Palabras clave adicionales: Mejoramiento, producción, heredabilidad

ABSTRACT

Agronomic evaluation of eight coffee lines (*Coffea arabica* L.) resistant to coffee rust at El Playón, Mérida state

In order to select genetic material resistant or tolerant of high production and low height, to the coffee rust, eight lines of Catimores, Cavimores and others coming from Ethiopian germoplasm were evaluated at El Playón, Mérida state. Starting at the third year of age, morphologic variables: height of the plant (h), number of primary branches (nr), compaction degree defined by (nr/h), diameter of the stem and vigor of the plant were evaluated. Commercial production of cherry beans and percentage of vain grains by plant were evaluated during the first four years of crop production. The results of the morphologic variables indicated significant effect among the genotypes. For production of cherry beans per plant and percentage of vain grains a highly significant effect of the genotypes and years was found, not existing significance for their interaction. The heritability was calculated in wide sense for these last variables by means of the relationship between the genotypic and the phenotypic variance among genotypes means. This was respectively 78 and 84 % for production of cherry beans and vain grains.

Additional key words: Plant breeding, production, heritability

INTRODUCCIÓN

El café es un cultivo de gran importancia a escala mundial y en Venezuela ha sido uno de los principales generadores de divisas desde el siglo XIX. Su producción en Venezuela y en América Latina se basa fundamentalmente en la especie *Coffea arabica* L., la cual produce una bebida de suave aroma y sabor. Esta es la única especie tetraploide ($2n = 4x = 44$ cromosomas) y predominantemente autógama del género *Coffea*, pudiendo presentar hasta 9-11 % de polinización

cruzada naturalmente (Carvalho y Mónaco, 1964). Existe además poca variabilidad genética en esta especie (Bustamante, 1996).

La roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) es la enfermedad que limita la producción de *C. arabica* en el mundo. La resistencia genética se podría considerar como la principal forma de control biológico, siendo la especie *C. canephora* la que provee la mayor fuente de resistencia al patógeno. Esta resistencia ha sido transferida a variedades comerciales de *C. arabica* por medio de cruzamientos con el híbrido Timor, un híbrido interespecífico aparecido

Recibido: Abril 22, 1999

¹Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, CIAR-Mérida

²Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, CIAE-Táchira.

Bramón, estado Táchira. Venezuela CP 5030. e-mail jwbustamante@cantv.net

naturalmente venciendo las barreras de ploidía y que presenta las características de esta última especie (autógamia, tetraploide). De igual manera, existen otras fuentes de resistencia en germoplasma de *C. arabica* proveniente de Etiopía: Geisha, S 17 Irgalen, S4-Agaro, S6-Cioccie, S12-Kaffa, B5 Wush-Wush y la selección Kent de la India. Cada uno de estos materiales poseen diversos factores de resistencia a diferentes razas fisiológicas del hongo, pero es el híbrido Timor el que presenta el grupo fisiológica A, el cual muestra resistencia a todas las razas conocidas del patógeno (Bettencourt y Echeverri, 1982). Este germoplasma ha sido la base de la mayoría de los programas de mejoramiento genético de *C. arabica* (Carvalho y Mónaco, 1971; Chaves, 1976; Moreno y Castillo, 1984; Bouharmont, 1994; Aguilar, 1995; Bertrand et al., 1997).

Dada la importancia que tiene el café en la economía del estado Mérida, ocupando éste el tercer lugar en el volumen total de la producción nacional, y debido a la alta susceptibilidad al patógeno que presentan las principales variedades comerciales cultivadas, se planteó el siguiente trabajo con la finalidad de seleccionar líneas de café (*Coffea arabica*, resistentes o tolerantes al ataque de la roya, de porte bajo, altamente rendidoras y genéticamente adaptadas a la zona de producción del municipio Tovar estado Mérida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material experimental consistió en germoplasma introducido del Centro de Investigaciones de la Roya en Portugal (CIFC) en su mayoría en generación segregante (F_2). De este material, luego de selecciones hechas en el Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Táchira (CIAE- Táchira) y llevado hasta F_5 (Pérez, E. Datos no publicados), se tomaron ocho líneas de Catimores, Cavimores y cruces de Caturra y Pacas con germoplasma Etíope (Cuadro 1) para su evaluación en este ensayo.

El ensayo se instaló en el año 1992 en la finca San Agustín, localidad de El Playón, municipio Tovar, estado Mérida (900 msnm: 8° 23' N y

71° 46' W), 22,5 °C de temperatura promedio, 1050-1400 mm de precipitación distribuidos durante todo el año, con los picos, uno en abril-mayo y otro en octubre-noviembre. En el ensayo se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizados con cinco repeticiones y cinco plantas efectivas por unidad experimental. La densidad de plantación utilizada fue de 5000 plantas/ha (2m x 1m) bajo sombra de *Igna* sp., con un manejo agronómico relativamente escaso, similar al promedio de la zona.

Al tercer año de edad se evaluaron las siguientes características en cada una de las plantas: vigor de la planta, medido en una escala subjetiva del uno al diez: diámetro del tallo (a ras de suelo y a la altura del primer par de ramas), altura de la planta (h), número de ramas primarias (nr) y grado de compactación, definido por (nr/h). Posteriormente, durante las cuatro primeras cosechas comerciales (tercero, cuarto, quinto y sexto año de edad) se evaluó la producción de café cereza por planta y el porcentaje de granos vanos. El análisis de varianza se realizó para todas las variables usando el paquete estadístico Statistic para Windows versión 1,0. Se usó la prueba de m.d.s para comparar los diferentes genotipos.

Dado que la producción de cada árbol en cada año depende en gran medida de las condiciones climáticas, se tomó el efecto de cada año como el de un ambiente diferente. Por tal motivo, a partir de los análisis de varianza de la producción y granos vanos durante los cuatro años se realizó la partición de la misma en sus componentes. Se estimó la contribución de cada componente a la variación y se calculó la heredabilidad en sentido amplio, es decir, la relación entre la varianza entre genotipos (V^2g) y la varianza fenotípica (V^2f) a partir de los cuadrados medios obtenidos y esperados en el análisis de la varianza (Falconer, 1989). Las apreciaciones obtenidas con el presente análisis son estrictamente para esta localidad y la interacción genotipo por ambiente es realmente la interacción de los genotipos en los diferentes años.

Cuadro 1. Progenies de Catimores, Cavimores y germoplasma de origen Etíope evaluadas en El Playón, Estado Mérida durante los años 1992-1998.

Número de línea	Número CIAE-Ta	Número CIFC	Identificación
1	147	H. 306/6	1083/9 S.L 28 x H.W 26/5 *
2	115	H. 415/3	705/SPacas x 103/3 K7
3	628	H. 413	705/5 Pacas x 103/3 K7
4	1245	H. 528/9	2482120 Catuaí Amarillo x H.W 26/13 *
5	177	H. 306/6	1083/9 S.L 28 x H.W 26/5
6	1226	H. 528	2482/20 Catuaí Amarillo x FLW 26/1
7	176	H. 306/6	1083/9 S.L 28 x MW 26
8	173	H. 306/6	1083/9 S.L 28 x HW 26/5

* HW 26/5: 19/1 Caturra rojo x 832/1 (hibrido de Timor)

HW 26/13: 19/1 Caturra rojo x 832/1 (hibrido de Timor)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las variables evaluadas cumplieron con los supuestos del análisis de varianza, a excepción del porcentaje de granos vatos, el cual fue transformado mediante la relación $\ln(x + 1)$. En el Cuadro 2 aparecen los resultados obtenidos

del análisis para cada una de las variables morfológicas. Las líneas mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) en las variables altura de la planta y grado de compactación, mientras que para las variables de diámetro del tallo, número de ramas y vigor de la planta se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Cuadro 2. Características morfológicas en ocho líneas de café de tres años de edad en El Playón, estado Mérida (1995).

Línea	Ø tallo (base)	Ø tallo (ramas)	Altura (m)	Número de ramas	Grado de compactación	Vigor
L1	3,56 c	2,64 b	1,37 b	42,8 ab	30,44 a	6,60 bc
L2	3,71 abc	2,89 ab	1,49b	37,8 bc	25,04 de	6,76 abc
L3	3,90 ab	3,12 a	1,49 b	39,8 abc	27,45 bcd	6,73 bc
L4	3,61 bc	2,76 b	1,50 b	42,5 ab	28,64 abc	6,68 bc
L5	3,62 bc	2,77 b	1,41 b	42,8 ab	30,36 ab	7,00 ab
L6	3,69 bc	2,88 ab	1,47 b	38,6 bc	26,13 cde	6,92 ab
L7	4,03 a	3,14a	1,84a	44,9 a	24,4 e	7,41 a
L8	3,64 bc	2,79 b	1,38 b	36,8 c	26,96 cde	6,16 c
Significancia	*	*	*	*	*	*

* Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes entre sí según m.d.s, $\alpha=0,01(**)$ ó $0,05 (*)$

Un caso particular es la altura de la línea 7 la cual produjo los valores más altos (entrenados muy largos) en todos los bloques, a la vez de presentar el menor grado de compactación. Esta línea debería ser descartada por el crecimiento abierto que mostraron sus plantas. Por otra parte, la línea 1 presentó los mayores valores del grado de compactación en todos los bloques.

El Cuadro 3 muestra los cuadrados medios obtenidos para las variables de producción por planta y porcentaje de granos vatos.

Cuadro 3. Cuadros medios obtenidos para las variables producción de café cereza por planta y porcentaje de granos vatos en ocho líneas de café en El Playón, estado Mérida.

Fuente de variación	Grados de libertad	Café cereza	Granos vatos
Año	3	96,42 **	5,27 **
Bloque (año)	16	45,16 **	0,69 ns
Genotipo	7	15,28 **	6,32 **
Año x genotipo	4	3,37 ns	1,03 ns
Error	112	2,40	0,49

ns: no significativo; ** significativo al 1%

Se observa que hubo efecto altamente significativo de las fuentes de variación genotipos (líneas) y años para las variables producción de café cereza y porcentaje de granos vanos (efectos simples). La separación de las medias de cada tratamiento es presentada en el Cuadro 4, donde se destaca que la línea 4 podría considerarse la de mejor resultado al

presentar la mayor producción promedio de café cereza (3,156 kg/planta) y un porcentaje moderado de granos vanos (6,6 %). Por su parte, la línea 1 también presentó un alto nivel de producción (3,089 kg/planta) pero mostró asimismo un elevado porcentaje de granos vanos (11,92 %), lo cual la hace poco aceptable.

Cuadro 4. Producción promedio de café cereza por planta y porcentaje de granos vanos, así como de café oro durante cuatro años consecutivos

Línea	Café cereza (kg/planta)	Granos vanos (%)	Café oro (kg/ha)
L1	3,089 ab	11,92 a	2851
L2	2,580 bc	7,32 b	2381
L3	2,304 c	4,31 d	2127
L4	3,156 a	6,60 bc	2913
L5	2,159 c	4,16 d	1993
L6	2,364 c	5,52 bcd	2182
L7	2,318 c	3,87 d	2140
L8	2,225 c	5,20 cd	2054

Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes entre sí según m.d.s, $\alpha=0,01$

La identificación de las líneas aparece en el Cuadro 1.

En las Figuras 1 y 2 se puede observar la interacción de los genotipos en los cuatro años para las variables producción de café cereza por planta y porcentaje de granos vanos. Se aprecia en menor grado la bianualidad de la producción (alta producción de un año seguida de una baja al año siguiente). Todos los genotipos, al tercer año de edad, presentaron la mayor producción, pero también el mayor porcentaje de granos vanos.

Las líneas 4 y 1 presentaron los mayores promedios de producción durante los cuatro años, pero esta última fue la que obtuvo el mayor promedio de granos vanos (11,92%) durante e tiempo. Esta es una característica muy desfavorable que hace a la línea poco aceptable. Por su parte, la llaca 4 presentó un 6,6% de granos vanos, con el mayor valor en el tercer año (9,44%). En general, en todas las líneas se presentó este incremento, el cual pudiera ser atribuido al ambiente particular que predominó durante algunos meses de ese año (un déficit hídrico al momento del llenado del grano). Es interesante observar el decrecimiento constante o la tendencia al decrecimiento en el porcentaje de granos vanos de la línea 4 desde el tercer al sexto año. Es de notar que las líneas 1 y 4 superaron los 2760 kg de café oro (60 quintales)

por hectárea (Cuadro 4) a pesar de recibir un manejo agronómico relativamente bajo (exceso de sombra y baja fertilización).

En el Cuadro 5 se muestran los componentes de varianza y heredabilidad en sentido amplio o grado de determinación genética para las variables producción de café cereza y porcentaje de granos vanos. Se calculó la H cuando se trataba de individuos y H_i cuando se trataba de medias de genotipos. Se observa cómo ésta última es relativamente alta para ambas variables. Resultados similares obtuvieron Alvarado y Cortina (1997) evaluando familias de híbridos triploides de *C. arabica* var. Caturra x (Caturra x *C. canephora*). En este sentido Aguilar (1995) señala que el Catimor T8667 manifiesta una alta heredabilidad de las características fenotípicas y genotípicas.

La magnitud elevada de la heredabilidad para producción de café cereza y granos vanos sugieren que la variación existente es de naturaleza genética. Esto permite prever avances en la producción mediante selección; es decir, indica que habría ganancia genética al seleccionar en base a comportamiento promedio y no en base al comportamiento individual.

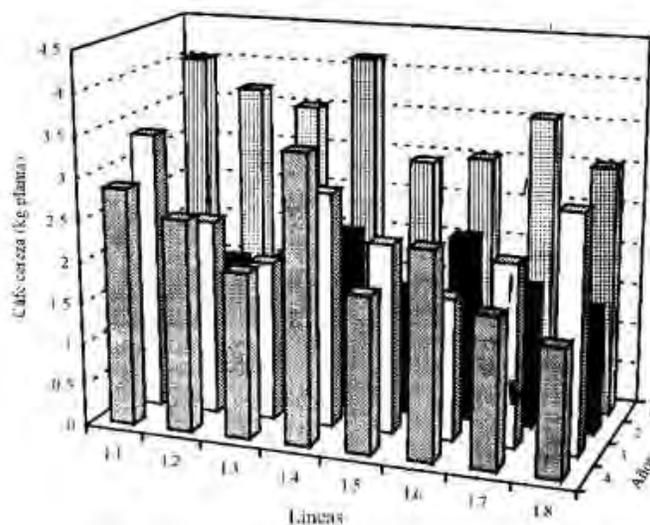


Figura 1. Producción anual durante cuatro años consecutivos de evaluación en ocho líneas de café, en El Playón, estado Mérida. La identificación de las líneas aparece en el Cuadro 1

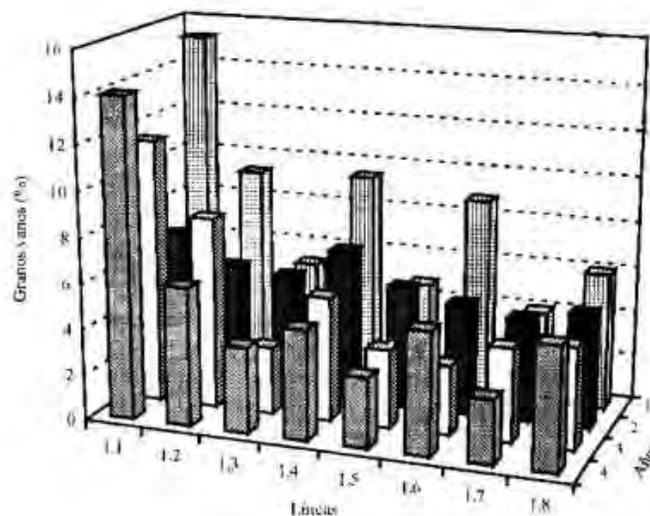


Figura 2. Porcentaje de granos vanos de cada línea durante cuatro años consecutivos de producción en El Playón, estado Mérida. La identificación de las líneas aparece en el Cuadro 1

Cuadro 5. Componentes de varianza y heredabilidad para las variables producción de café cereza y porcentaje de granos vanos.

Componentes de la varianza	Producción de café cereza	Porcentaje de granos vanos
V^2_A	1,257	0,090
$V^2_{R(A)}$	5,345	0,025
V^2_G	0,596	0,265
V^2_{GA}	0,194	0,108
V^2_e	2,4	0,490
Varianza fenotípica entre individuos	9,792	0,978
Varianza fenotípica entre medias de genotipos	0,764	0,316
Heredabilidad entre individuos (Hi)	0,061	0,271
Heredabilidad entre medias de genotipos (Hf)	0,78	0,840

Letras distintas indican medias estadísticamente diferentes entre sí según m.d.s, $\alpha=0,01$

La identificación de las líneas aparece en el Cuadro 1.

CONCLUSIONES

La línea 4 presentó el mayor rendimiento de café cereza, con un aceptable porcentaje de granos vanos.

La tinca 1 presentó un buen rendimiento, pero es un genotipo que mostró alto porcentaje de granos vanos y por lo tanto resulta poco aceptable.

La heredabilidad en sentido amplio fue notoriamente alta, siendo del 78 y 84 % para producción de café cereza por planta y porcentaje de granos vanos, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, G. 1995. Variedad Costa Rica 95. Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE). San José. Costa Rica. 33p.
- Alvarado. G. y H. Cortina. 1997. Comportamiento agronómico de progenies de híbridos triploides de *Coffea arabica* var. Caturra x (Caturra x *C. canephora*). CENICAFE 48(2): 73-91.
- Bertrand, B., G. Aguilar, E. Bonpard, A. Rafinon y A. Anthony. 1997. Comportement agronomique et résistance aux principaux déprédatsurs des lignées de Sarchimor et Catimor au Costa Rica. Plantations, Reserche, Développement 4(5): 312-318.
- Bettencourt. A. y L. Echeverri. 1982. Variedades de café arábica resistentes a la roya y perspectivas para utilización en la caficultura del futuro. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San Salvador. Publicaciones misceláneas N° 393. 2
- Bouharmont, P. 1994. La variété Java: ún caféier Arabica sélectionné au Cameroun Plantations. Reserche. Développemeit 1(1):38-45.
- Bustamante. J. 1996. Caracterización molecular de genotipos de café. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad Central Venezuela. Maracay. 80 p.
- Carvalho. A. y L. Mónaco. 1964. Natural cross-pollination in *Coffea arabica*. Proceedings International Horticultural Congress. Brussels. Vol. 4. pp. 447-449.
- Carvalho, A. y L. Mónaco. 1971. Melhoramento do cafeeiro visando resistencia a ferrugem alaranjada. Ciencia e Cultura Brasil 23(2): 41-146.
- Chaves, G. 1976. Melhoramento do cafeeiro visando a obtencao de cultivares resistentes a *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. Revista Ceres Brasil 23 (128):321-332.
- Falconer, D. S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. Third Edition. Longman. New York.
- Moreno G. y J. Castillo. 1984. La variedad Colombia una variedad de café con resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.). Centro Nacional de investigaciones en Café (CENICAFE). Chinchiná. Colombia. Boletín Técnico N° 9. 25p.