




Obtención de genotipos mejorados de café (*Coffea arabica* L.) para la zona sur de Manabí, Ecuador

Obtaining improved coffee (*Coffea arabica* L.) genotypes for the southern area of Manabí, Ecuador


 <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v8.n2.2024.118-130>

Recibido: 15-01-2024

Aceptado: 11-03-2024

Publicado: 20-05-2024

Jackson Ortiz Baque^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-5844-5681>

Julio Gabriel Ortega²

 <https://orcid.org/0000-0001-9776-9235>

1. Maestrante de la Maestría en Agropecuaria del Instituto de Posgrado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.
2. Docente Investigador de la Carrera Agropecuaria y la Maestría en Agropecuaria del Instituto de Posgrado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.

Volumen: 8

Número: 2

Año: 2024

Paginación: 118-130

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/793>

*Correspondencia autor: ortiz-jackson3310@unesum.edu.ec

RESUMEN

En Ecuador fueron seleccionados cultivares de café introducidos, pero no existen antecedentes de haberse desarrollado nuevos cultivares mediante mejora genética convencional. El objetivo de esta investigación fue obtener genotipos mejorados de café para la zona Sur de Manabí, para esto se utilizó las el banco de germoplasma de café de la Universidad Estatal de Manabí, ubicado en la Finca Andil, en la campaña 2021, donde se obtuvieron familias F1 híbridas utilizando nueve accesiones parentales (Acawa, Arara, Burbon amarillo, Catimor CIFC, Catuai amarillo, Catuai 25L, Catuai 785-15, Caturra roja y Geisha), que fueron recombinadas en diseño dialélico de Griffin, obteniéndose 1477 genotipos. En la misma Finca, en vivero en las campañas 2022 - 2023, los materiales fueron sembrados en un diseño experimental completamente aleatorio. Se determinó la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) para altura de planta (ADP), diámetro de tallo (DDT), número de pares de hojas (NPH), área foliar (AF), la heterosis y la heterobeltiosis de los parentales y las progenies. Los resultados mostraron que el progenitor Típica fue sobresaliente y significativo para ADP, DDT y AF. La familia 021-105 fue sobresaliente para el ADP, NPH y AF. La ACG para ADP, DDT, NPH y AF de los progenitores fue buena. Hubo heterosis para ADP, DDT y AF, en las familias 021-101 y 021-104; y, heterobeltiosis para ADP en las familias 021-105, 021-106, 021-, 021-108 y 021-109; y, para AF en las familias 021-105 y 021-109. Se identificaron genotipos con potencial para ser futuros cultivares.

Palabras clave: Cruzas dialélicas, heredabilidad, Mejoramiento genético, Progenitores, Cultivares mejorados.

ABSTRACT

In Ecuador, introduced coffee cultivars were selected, but there is no history of new cultivars having been developed through conventional genetic improvement. The objective of this research was to obtain improved coffee genotypes for the southern area of Manabí, for this the coffee germplasm bank of the State University of Manabí, located at the Andil Farm, was used in the 2021 campaign, where they were obtained F1 hybrid families using nine parental accessions (Acawa, Arara, Yellow Bourbon, Catimor CIFC, Yellow Catuai, Catuai 25L, Catuai 785-15, Red Caturra and Geisha), which were recombined in a Griffin diallelic design, obtaining 1477 genotypes. On the same Farm, in the nursery in the 2022 - 2023 campaigns, the materials were planted in a completely randomized experimental design. The general combinatorial aptitude (GCA) and the specific combinatorial aptitude (SCA) were determined for plant height (PH), stem diameter (SD), number of pairs of leaves (NPL), leaf area (LA), heterosis and heterobeltiosis of parents and progenies. The results showed that the Typica parent was salient and significant for PH, SD and LA. The 021-105 family was outstanding for PH, NPL and LA. The GCA for PH, SD, NPL and LA of the parents was good. There was heterosis for PH, SD and LA, in families 021-101 and 021-104; and, heterobeltiosis for PH in families 021-105, 021-106, 021-, 021-108 and 021-109; and, for LA in families 021-105 and 021-109. Genotypes with potential to be future cultivars were identified.

Keywords: Diallel crosses, Heritability, Plant breeding, Parents, Improved cultivars.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

Los sistemas agroforestales cafetaleros (SAF) en los que el café se cultiva en asociación con otros árboles en la misma parcela de tierra están muy extendidos en muchos países tropicales (Bertrand *et al.*, 2021). Cuando los SAF se gestionan adecuadamente, pueden amortiguar las fluctuaciones climáticas y beneficiarse de sinergias biológicas y económicas, lo que conduce a una gestión sostenible de la tierra y a ingresos más elevados y estables para las comunidades locales interesadas (DaMatta, 2001).

Los granos de café bajo sombra, son más densos y de sabor mucho más intenso, con una notable y fina acidez y un aroma agradable (Muschler, 2001). Desafortunadamente, la productividad de los SAF del café puede ser hasta un 15-30 % menor que en los sistemas bajo cielo abierto a pleno sol (Vaast *et al.*, 2006).

Es muy difícil mantener el nivel ideal de sombra, ya que regular la sombra mediante la poda de las ramas de los árboles de sombra es costoso, por lo que el porcentaje de sombra suele ser superior al 40 %. Otra razón importante esgrimida para explicar la menor productividad del café en SAF es el hecho de que se utilizan cultivares moderadamente enanos como altos que fueron desarrollados para sistemas intensivos de cielo abierto y para pleno sol, aunque no son adecuadas para las condiciones de cultivo de SAF (Bertrand *et al.*, 1999, Bertrand *et al.*, 2011).

El café de Ecuador es de gran importancia económica porque cuenta con 199 215 hectáreas de tierra cultivable, el 68 % de las cuales es *C. arabica*, y 32 % *C. canephora*, que se distribuyen en 23 de las 24 provincias del país, por lo que tiene una amplia gama social (Valverde *et al.*, 2020).

En relación con la estructura económica, esta última se basa en la creación de empleo para 105 000 familias de productores y 700 000 familias relacionados con los pro-

cesos de venta, industrialización, transporte y exportación (Valverde *et al.*, 2020).

La producción de café en la provincia de Manabí se realiza principalmente en los SAF (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial [PDOT], 2019) y se concentra principalmente en los cantones Jipijapa, Portoviejo, Olmedo, 24 de mayo, Paján y Santa Ana, aunque existen pequeños cultivos a lo largo de casi toda la provincia; estudios realizados en Manabí identificaron mejores características productivas en los cultivares, Sarchimor (18 %), Caturra (17 %) y Catuai (14 %). En tanto los cultivares promisorios de café que se adaptan mejor y presentan características morfológicas deseables a las condiciones agroecológicas de la zona Sur de Manabí son: Pache, Caturra rojo, Acawa, Catimor 8664 y el Sarchimor 4260 (Valverde *et al.*, 2020).

Genéticamente todas las especies de café, a excepción de *C. arabica*, *C. heterocalyx* y *C. anthonyi*, son auto incompatibles (Davis *et al.*, 2006). Los diferentes niveles de ploidía en el género *Coffea* obstaculizan la introducción de características agronómicas y de calidad de las especies diploides hacia las tetraploides. Por lo que el mejoramiento genético de café con base en las metodologías convencionales, es un proceso largo y tedioso, que puede durar hasta más de 30 años (Melese, 2016). Sin embargo, en las últimas décadas se han desarrollado técnicas biotecnológicas que bien pueden contribuir a introducir las características deseadas y a acelerar los procesos de mejora genética Villalta y Gatica (2019). Sin embargo, los programas de mejoramiento genético del café, no pueden dejar de hacer un mejoramiento convencional utilizando cualquier modelo genético como el de cruzamientos dialélicos (Gardner & Eberhard, 1966, Martínez-Garza, 1988) y determinando el desempeño promedio de los padres en las combinaciones mediante la aptitud combinatoria general y específica (Fazouli *et al.*, 1993), la heterosis, heterobeliosis (Velásquez, 2020) y la herencia de los

caracteres de importancia económica (Anderson & Kempthorne, 1954, Mather & Jink, 1977, Parlevliet, 1979, Molina-Galán, 1992),

Por lo mencionado en los párrafos precedentes, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo obtener genotipos mejorados de café para la zona Sur de Manabí.

Materiales y métodos

Ubicación geográfica

La investigación fue realizada en el campo y vivero de la Finca Andil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, a 2½ km del Cantón Jipijapa, Manabí, ubicado a 1° 18' 0,0" de latitud Sur y 80° 34' 43,50" longitud oeste, a una altitud aproximada de 280 m.s.n.m.; con temperaturas media entre los 18 a 23,7 °C. La precipitación promedio anual es de 500 a 1000 mm y la HR en época lluviosa es de 82 a 84 % y en la época seca es de 76,2 % a 80 %, concentrándose la mayor cantidad de lluvia en el mes de febrero, mien-

tras que el mes más seco es en el mes de agosto (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial [PDOT], 2019).

Obtención de las progenies

En la campaña 2021 se realizaron cruza- mientos intraespecíficos entre accesiones del Banco de germoplasma de café conser- vados in vivo en la Finca Andil de la Univer- sidad Estatal del Sur de Manabí.

Tratamientos

Los tratamientos fueron nueve accesiones (padres) y nueve progenies o familias de café (Parrales y Gabriel, 2023), obtenidos mediante cruzamiento en diseño genético dialélico de Griffin (Martínez-Garza, 1988), considerando las autofecundaciones y los hijos. Los factores de estudio fueron la ACG, la ACE, la heterosis y el vigor híbrido (heterobeltiosis). Se evaluaron en total 791 plantas de p x q cruzamientos y p parenta- les de café (Tabla1).

Tabla 1.

Progenitores y progenies utilizadas en la investigación, Jipijapa 2023.

Híbrido	Madre	Padre	Total
UNESUM 021-100	Catimor CIFC	Burbon amarillo	70
UNESUM 021-101	Catimor CIFC	Caturra roja	43
UNESUM 021-102	Catuai amarillo	Acawa	17
UNESUM 021-104	Burbon amarillo	Acawa	33
UNESUM 021-105	Burbon amarillo	Típica	25
UNESUM 021-106	Acawa	Típica	14
UNESUM 021-107	Arara	Catucai 785-15	24
UNESUM 021-108	Arara	Geisha	27
UNESUM 021-109	Arara	Catucai 25L	30
Acawa			83
Arara			54
Burbon amarillo			83
Catimor CIFC			84
Catuai amarillo			28
Catucai 25L			28
Catucai 785-15			30
Caturra roja			38
Geisha			26
Típica			54
Total Padre			508
Total Progenie			283
Total			791

Fuente: Parrales & Gabriel (2023)

Diseño Experimental

El experimento fue implementado en un diseño Completamente Aleatorio (DCA) con diecinueve tratamientos (Gabriel *et al.*, 2021).

Variables de respuesta

Se determinó las variables de respuesta como la **altura de planta (ADP)**, para lo cual se tomó datos considerando el ras del suelo hasta el último par de hojas antes de llegar al brote del ápice para ello se utilizó un flexómetro y expresadas en cm, el diámetro de **altura de tallo (DDT)**, que se determinó con la ayuda de un calibrador Vernier y en mm, el número de **pares de hoja (PDH)**, para lo que se contabilizó el número de pares de hojas por planta, el **largo de hoja (LDH)**, que se evaluó con una cinta métrica en cm, el **ancho de hoja (ADH)**, medido con una cinta métrica en cm y el **área foliar (AF)**, que fue determinado con el área de un ovoide (Chele & Valverde, 2020, Parrales & Gabriel, 2023).

Análisis estadístico

Sobre la base del modelo definido y previo análisis de normalidad y homogeneidad de varianza para cada caso, se realizará el análisis de varianza (ANDEVA), para probar hipótesis de los efectos fijos, así como las comparaciones de medias de los tratamientos mediante la prueba múltiple de Tukey ($P < 0,05$). El ANDEVA de los datos también servirá para estimar los componentes de varianza para los efectos aleatorios. Los análisis indicados fueron realizados utilizando el software INFOSTAT (InfoStat, 2020) y para determinar la ACG y los componentes genéticos se utilizó el Proc MIXED de SAS (System analysis statistics University [SAS University], 2020).

Modelo estadístico genético

Para el análisis genético se evaluó el material mejorado tomando en cuenta a los progenitores de cada familia como factores. Para el cálculo de la ACG, los factores serán de interés particular (hijos); para el cál-

culo de heredabilidades serán de interés poblacional (aleatorios); las cruzas se realizaron bajo el diseño genético de dialélico de Griffin (Martínez – Garza, 1988).

Manejo específico de la investigación

En la Finca Andil se cuenta con una parcela donde están establecida una parcela in vivo con 20 cultivares e híbridos de café. Fueron seleccionadas entre 3 a 5 ramas de 10 accesiones progenitoras seleccionadas por su resistencia a roya (Gabriel *et al.*, 2023), resistencia a la broca (Fienco & Gabriel, 2023), rendimiento y calidad de taza. Las flores de estas ramas fueron emasculadas un día antes de su polinización y cubiertas con fundas de papel madera para evitar se polinicen con otras accesiones no deseadas. Luego se colectaron las flores de los progenitores macho y se dejaron secar en bandejas en semisombra, para al día siguiente polinizar las flores emasculadas. Las nuevas cruzas fueron cubiertas con el mismo papel madera hasta que haya prendimiento y formación de frutos, luego del cual se sacó las fundas y los cruzamientos fueron identificados mediante un código, iniciado con la palabra UNESUM, el año de cruce y la familia.

A los cuatro a cinco meses se inició la cosecha en estado de cereza o madurez completa. Se despulpa cada familia con mucho cuidado para no mezclarlas previa fermentación de tres días, luego del cual se lavó para eliminar el mucilago de la semilla. Las semillas fueron puestas en bañadores para seleccionar las semillas con embrión y las que no tenían se eliminaron, posteriormente las semillas seleccionadas fueron secadas bajo semisombra y almacenadas en fundas de papel madera hasta su almacenado en vivero.

Se construyeron semilleros para almacenar la semilla obtenida, para la construcción del semillero se utilizaron materiales de la finca como caña guadua, madera, clavos, hojas de cadí, entre otros. Se construyeron un total de tres semilleros de 1 x 5 x 0,20 m.

El semillero preparado fue humedecido y desinfectado con Captan, a una dosis de 30 gramos por cada 5 litros de agua, logrando así evitar problemas de mal de semillero o damping off.

Las semillas seleccionadas por defectos (caracoles, triángulos y otros) fueron sembradas entre líneas a 5 cm, cuidando de no mezclar los tratamientos.

El riego del semillero se realizó según la necesidad de las plantas, con una regadora manual, y cubrió con plástico negro con el fin de propiciarles una temperatura adecuada en la etapa de germinación.

Las malezas se controlaron manualmente, evitando causar daño a las plantas durante el manejo.

Las plantas estuvieron en estado de chapola fueron trasplantados a bolsas negras de polietileno de 6 x 8 pulgadas. El sustrato de las fundas se preparó mezclando abono orgánico (humus) con tierra negra y arena de río, bien descompuesto y mezclados en las proporciones de 60 % de tierra negra, 25 % de abono orgánico (humus) y 15 % de arena de río.

El trasplante se realizó sobre sustrato humedecido hasta cerca de su nivel de saturación. Se hizo un hoyo en la parte central de la funda de 8 a 10 cm de profundidad, empleando un palo. Inmediatamente después, la plantita se colocó cuidadosamente en el hoyo, con la raíz en posición correcta, y se enterró hasta el nivel del cuello, presionando suavemente en las partes laterales.

Una vez trasplantadas las plantas a las fundas, se desinfectó con un fungicida de amplio espectro. Se descartó todas las plantitas con raíces deformes (bifurcadas o pata de gallina), torcidas, sin pelos absorbentes o enfermas. Solo se trasplantó las plantas vigorosas y con sistema radicular bien formado.

Los riegos fueron hechos periódicamente, según las necesidades hídricas de las plantas, evitando el déficit y los excesos de agua. Se hizo deshierbes manuales.

Cuando comenzó el proceso de germinación se procedió a la toma de datos. Los resultados se tabularon. Para determinar la variable altura de planta, largo de hoja y ancho de hoja se evaluaron con la ayuda de un flexómetro en cm, para el diámetro de tallo se utilizó un calibrador digital, y un calibrador digital en mm y se contó número de pares de hojas. Después de culminar la toma de datos de las variables evaluadas en la investigación, se procedió a tabular, seguidamente a realizar el análisis estadístico utilizando el software Infostat y el SAS University y obtener los correspondientes resultados.

Resultados

En la Tabla 2 se observa el número de polinizaciones realizadas, el número de semillas obtenidas, almacigadas y las plantas obtenidas para su trasplante a campo. Se realizaron en total 1894 cruzamientos, obteniéndose 1722 semillas, del cual fueron seleccionadas 1477 semillas viables y en vivero fueron seleccionados 791 plantas para su trasplante definitivo a campo.

Tabla 2.

Número de polinizaciones, el número de semillas obtenidas, almacenadas y plantas obtenidas para campo, Jipijapa 2023

Cruzamiento	Madre	Padre				
			No. de flores polinizadas	No. de semillas obtenidas	No. de semillas almacenadas	No. de plantas obtenidas
021-100	Catimor CIFC	Burbon amarillo	132	120	102	70
021-101	Catimor CIFC	Caturra roja	138	125	106	43
021-102	Catuai amarillo	Acawa	154	140	119	17
021-104	Burbon amarillo	Acawa	132	120	102	33
021-105	Burbon amarillo	Tipica	116	105	89	25
021-106	Acawa	Tipica	132	120	102	14
021-107	Arara	Catucai 785-15	110	100	85	24
021-108	Arara	Geisha	127	115	98	27
021-109	Arara	Catucai 25L	116	105	89	30
	Acawa		121	110	95	83
	Arara		79	71	62	54
	Burbon amarillo		121	110	95	83
	Catimor CIFC		122	111	97	84
	Catuai amarillo		41	37	32	28
	Catucai 25L		41	37	32	28
	Catucai 785-15		44	40	35	30
	Caturra roja		55	50	44	38
	Geisha		38	34	30	26
	Típica		79	71	62	54
Total Padres			739	672	584	508
Total Progenies			1155	1050	893	283
Total			1894	1722	1477	791

Fuente: Parrales & Gabriel (2023)

Análisis de varianza

En la Tabla 3, se observa que hubo diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para genotipos, en las variables ADP, DDT, NPH, LDH, ADH y AF. Los coeficientes de varia-

ción (CV) estuvieron en el rango permitido para este tipo de investigaciones (15 a 39 %). Típica fue significativa ($P < 0,05$) para ADP, DDT y AF; y la familia 021-105 fue significativa ($P < 0,05$) para ADP, NPH y AF.

Tabla 3.

Análisis de varianza para caracteres agromorfológicos de la planta. Jipijapa 2023

FV	gl	Cuadrados medios					AF
		ADP	DDT	NPH	LDH	ADH	
Genotipo	18	155,36**	1,58**	22,30**	76,80**	19,31**	85,14**
Error	729	3,90	0,09	1,10	1,82	0,45	2,03
Total	747						
CV		28,35	14,24	28,74	37,13	28,35	28,00

Nota: Significativo al $P < 0,05$, **: Altamente significativo al $P < 0,01$, ns: No significativo. ADP: Altura de planta, DDT: Diámetro de tallo, NPH: número de pares de hojas, LDH: Longitud de hoja, ADH: Ancho de hoja y AF: área foliar.

En la Tabla 4 se observa la comparación de medias mediante la prueba múltiple de Tukey ($P < 0,05$), fue notorio el comportamiento diferenciado de los parentales y las progenies evaluadas; así el progenitor Típica fue sobresaliente y significativo ($P < 0,05$) para altura

de planta (ADP), diámetro de tallo (DDT), largo de hoja (LDH), ancho de hoja (ADH) y área foliar (AF). En cambio, la progenie 021-105 fue sobresaliente significativamente para altura de planta (ADP), número de pares de hojas (NPH) y área foliar (AF).

Tabla 4.

Análisis de medias mediante la prueba múltiple de Tukey al $P < 0,05$ de probabilidad para Genotipos evaluados. Jipijapa 2023

Genotipo	ADP	DDT	NPH	LDH	ADH	AF
Típica	9,00a	2,41a	3,98 bcd	6,39 ab	3,43ab	74,16a
021-105	8,71a	1,96cde	5,07 a	6,81 a	3,48a	74,04a
Catucai 785-15	8,55ab	2,26ab	3,87 cde	4,43cde	2,73de	40,63bcd
021-101	8,35ab	1,84ef	3,00 ef	2,55g	1,66gh	13,29fg
021-100	8,34ab	1,85ef	3,00 ef	2,55g	1,66gh	13,32fg
Catimor CIFC	8,16ab	1,86ef	3,00 ef	2,58	1,65gh	50,27b
021-104	8,15ab	2,06 bcde	5,42 a	5,61 abc	2,79cd	12,60fg
Caturra roja	7,98ab	1,78f	3,00 ef	2,48g	1,62hg	43,54bc
Acawa	7,86ab	2,25ab	4,52 abc	5,18bcd	2,20def	43,54bc
Bourbom amarillo	7,66ab	1,88ef	3,92 bcde	4,00def	2,12efg	29,62cdefg
021-107	7,55ab	1,91de	3,30 def	2,82fg	1,79fgh	16,78efg
021-106	6,89bc	2,36a	3,43 def	3,38efg	2,62de	28,08cdefg
Arara	5,17cd	2,08bcde	3,24 def	2,86fg	2,78d	25,18cdefg
Catuai amarillo	5,11cd	2,21abc	4,86 ab	3,05fg	1,69fgh	16,83efg
021-102	4,08de	2,17bcde	3,62 cdef	2,35g	1,48h	10,87g
021-108	3,25e	2,05bcde	3,39 def	2,72g	3,98a	33,95bcde
Gheisha	3,16e	2,24ab	2,77 f	2,49g	2,72de	21,50efg
021-109	3,11e	2,16 abcd	2,67 f	2,51g	2,83bcd	22,41defg
Catucai 25L	2,99e	2,31ab	3,54 def	2,90fg	3,41abc	31,12cdefg
DSH	1,81	0,27	0,95	1,23	0,62	18,88

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P < 0,05$). AP: Altura de planta, DDT: Diámetro de tallo, NPH: número de pares de hojas, LDH: Longitud de hoja, ADH: Ancho de hoja y AF: área foliar. 021-100: Catimor CIFC x Bourbom amarillo, 021-101: Catimor CIFC x Caturra roja, 021-102: Catuai amarillo x Acawa, 021-104: Bourbom amarillo x Acawa, 021-105: Bourbom amarillo x Típica, 021-106: Acawa x Típica, 021-107: Catucai 785-15 x Arara, 021-108: Arara x Geisha, 021-109: Arara x Catucai 25L.

Aptitud Combinatoria General (ACG)

Se calculó la ACG para ADP, DDT, NPH y AF (Tabla 5). Los resultados obtenidos expresan la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre las ACGs de

todos los progenitores, indicando esto que, se obtuvo que los genotipos de las progenies mostraron una amplia diversidad en las variables evaluadas, de las cuales algunos de los cruzamientos denotaron una mejor Aptitud Combinatoria Especifica (ACE).

Tabla 5.

Aptitud Combinatoria General (ACG) de siete progenitores de café para las variables altura de planta (ADP), diámetro de tallo (DDT) y área foliar (AF), Jipijapa 2023

Progenitor	Aptitud Combinatoria General (ACG)			
	ADP	DDT	NPH	AF
Catimor CIFC	8.34**	1.84**	3.00**	13.30**
Catuai amarillo	4.08**	2.17**	3.61**	10.86**
Acawa	6.89**	2.36**	3.42**	28.08**
Bourbom Amarillo	8.42**	2.01**	5.24**	58.53**
Catucái 785-15	7.55**	1.91**	3.30**	16.78**
Arara	3.25**	2.07**	3.39**	33.95**
Catucái 25L	3.11**	2.16**	2.67**	22.41**

Nota: Altamente significativo al $P < 0,01$ de probabilidad.

Heterosis y heterobeltiosis

La Tabla 6, muestra los promedios de ADP, DDT y AF, donde se observó heterosis para ADP para las familias 021-101 (8,35 cm) y 021-104 (8,15 cm) y hubo heterobeltiosis

para ADP en las familias 021-105 (8,71 cm), 021-106 (8,69 cm), 021-107 (7,55 cm), 021-108 (3,25 cm) y 021-109 (3,11 cm). Se observó también heterobeltiosis para AF en la familia 021-105 (74,04 cm²) y la familia 021-109 (22,41 cm²).

Tabla 6.

Heterosis y heterobeltiosos para parentales y progenies. Jipijapa 2023

Código	Madre	Padre	Promedio	Progenies
021-100	Catimor CIFC	Burbon amarillo		
ADP	8,16	7,66	7,91	8,34
DDT	1,86	1,88	1,87	1,85
AF	50,27	29,62	39,945	13,32
021-101	Catimor CIFC	Caturra roja		
ADP	8,16	7,98	8,07	8,35
DDT	1,86	1,78	1,82	1,84
AF	50,27	43,54	46,905	13,29
021-102	Catuai amarillo	Acawa		
ADP	5,11	7,86	6,485	4,08
DDT	2,21	2,25	2,23	2,17
AF	16,83	43,54	30,185	10,87
021-104	Burbon amarillo	Acawa		
ADP	7,66	7,86	7,76	8,15
DDT	1,88	2,25	2,06	2,06
AF	29,62	43,54	36,58	12,6
021-105	Burbon amarillo	Tipica		
ADP	7,66	9,00	8,33	8,71
DDT	1,88	2,41	2,14	1,96

AF	29,62	74,16	51,89	74,04
021-106	Acawa	Tipica		
ADP	7,86	9,00	8,43	8,69
DDT	2,25	2,41	2,33	2,36
AF	43,54	74,16	58,85	28,08
021-107	Arara	Catucái 785-15		
ADP	5,17	8,55	6,86	7,55
DDT	2,08	2,26	2,17	1,91
AF	25,18	40,63	32,905	16,78
021-108	Arara	Geisha		
ADP	5,17	3,16	4,165	3,25
DDT	2,08	2,24	2,16	2,05
AF	25,18	21,50	23,34	33,95
021-109	Arara	Catucái 25L		
ADP	5,17	2,99	4,08	3,11
DDT	2,08	2,32	2,20	2,16
AF	25,18	31,12	28,15	22,41

Discusión

Se determinó que la ACG para ADP, DDT, NPH y AF fueron notables para todos los progenitores utilizados, indicando esto que se obtuvo una amplia diversidad de respuestas de las progenies para las variables evaluadas. Las familias 021-205, 021-107, 021-108 y 021-109 mostraron buena ACE para AP (Suarez & Gabriel, 2023, Chancay & Gabriel, 2023, Rodríguez & Gabriel, 2023) y para AF las familias con buena ACE fueron la 021 105 y 021-109. Estas cruza dialélicas realizadas, fueron una buena estrategia para medir los caracteres cuantitativos para lograr una mejora genética del cultivo (Gardner & Eberhart, 1966, Martínez-Garza, 1988). Se observó una buena ACG de los parentales utilizados mostrando que hubo un buen desempeño promedio de las progenies en sus combinaciones híbridas, y también se determinó que algunos progenitores tuvieron una ACE, que resultó en mejor o peor que la ACG de los progenitores (Sprague & Tatum, 1942).

Al parecer la variación genética aditiva en *C. arabica* es importante en el efecto del control de los caracteres estudiados (Bellachew *et al.*, 1993).

Reyes (2020) determinó que la ACG y ACE en *C. arábica* es escasa. Las cruza de Geisha x Catucaí rojo, cuando Geisha es usado

como hembra, sobresale en las variables de respuesta diámetro de tallo, número de pares de hojas y número de cruces, esto reflejado también en sus valores promedio. Su crusa recíproca, fue superior para las variables altura de planta, diámetro de tallo y número de cruces. Geisha mostró bajos valores de ACG, en contraste Catucaí rojo, e incluso negativos;

Se determinó heterosis para ADP, DDT y AF, en las familias 021-101 (Gutiérrez y Gabriel, 2023) y 021-104; y hubo heterobeltiosis para ADP en las familias 021-105, 021-106, 021-107, 021-108 y 021-109. También hubo heterobeltiosis para AF en las familias 021-105 y 021-109. Esto denotaría que la ACE es mejor en algunas cruza específicas. Velázquez (2019), encontró resultados similares cuando combinó algunos progenitores de *C. arabica*. Fazouli *et al.* (1993), en estudios sobre en cruzamientos con *C. canephora*, encontró buenas respuestas de ACE.

Conclusiones

Se determinó que el progenitor Típica mostró mejor comportamiento para la ADP. DDT y AF, y la familia 021-105 fue mejor para el ADP, NPH y AF.

La ACG para ADP, DDT, NPH y AF de los progenitores fue buena, denotándose en general que permite buenas combinaciones.

Hubo heterosis para ADP, DDT y AF, para las familias 021-101 (Catimor CIFC x Caterra roja) y 021-104 (Bourbom amarillo x Acawa); y, heterobeltiosis para ADP en las familias 021-105 (Bourbom amarillo x Típica), 021-106 (Acawa x Típica), 021-107 (Catucaí 785-15 x Arara), 021-108 y 021-109 Arara x Catucaí 25L) y para AF en las familias 021-105 y 021-109.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento por parte de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (Posgrado de la Maestría en Agropecuaria y Carrera Agropecuaria) al proyecto “Mejoramiento genético del café arábigo (*Coffea arabica* L.) para el Sur de Manabí–Fases I y II”. Se agradece a los ingenieros Jimmy Gutiérrez Baque, Gianella García Figueroa, Heidy Nayeli Rodríguez, Mariela Suárez Carriel, Yaritza Chancay Segura y Juan Carlos Baque Choez, por sus contribuciones en la obtención de las progenies y las evaluaciones en vivero.

Bibliografía

- Anderson, V., & Kempthorne, O. (1954). A model for the study of quantitative inheritance. *Genetics*, 39(6), 883–898. doi: 10.1093/genetics/39.6.883
- Bellachew, B., Ameha, M., & Mekonnen, D. (1993). Heterosis and combining ability in coffee (*Coffea arabica* L.). *Colloque Scientifique International Sur Le Café*, 15, 234–242.
- Bertrand, B., Alpizar, E., Lara, L., SantaCreo, R., Hidalgo, M., Quijano, J., et al. (2011). Performance of *Coffea Arabica* F1 hybrids in agroforestry and full-sun cropping systems in comparison with American pure line cultivars. *Euphytica* 181, 147–158. <https://doi.org/10.1007/s10681-011-0372-7>
- Bertrand, B., Etienne, H., Santacreo, R., Anzueto, F., & Anthony, F. (1999). El mejoramiento genético en América Central. *Desafíos de La Caficultura en Centroamérica*. San José, Costa Rica. IICA, 407–456.
- Bertrand, B., Villegas Hincapié, A. M., Marie, L. & Breittler, J.C (2021). Breeding for the Main Agricultural Farming of Arabica Coffee. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:709901. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.709901>
- Chancay, Y., & Gabriel, J. (2023). Aptitud combinatoria general y específica de parentales de café en las cruces de Acawa x Típica y Arara x Catucaí 785-15 en vivero. [Tesis Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador]. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5788>
- Chele, C., & Valverde, A. (2020). Respuesta comparativa entre dos híbridos y dos variedades de café a la fertilización ecológica en etapa de crecimiento. [Tesis Universidad Estatal Del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador]. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5780>
- DaMatta, F. (2004). Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Res.* 86, 99–114 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.09.001>
- Davis, A. P., Govaerts, R., Bridson, D. M., & Stoffelen, P. (2006). An annotated taxonomic spectrum of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 152(4), 465–512. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2006.00584.x>
- Fazouli, L. C., Carvalho, A., & Da Costa, W. M. (1993). Hibridación dialéctica en el cultivar Mundo novo de *Coffea arabica*. 19° congreso Brasileiro de Pesquisas cafeeiras, Instituto Agronómico de Campinas. Brasil, 14–18.
- Fienco, N., y Gabriel, J. (2023). Determinación de fuente de resistencia genética a la broca de café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en el banco de germoplasma de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. [Tesis maestría, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador].
- Gabriel, J., Valverde, A., Indacochea, B., Castro, C., Vera, M., Alcívar, J. y Vera, R., (2021). Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios. Segunda edición, Editorial Grupo Compás. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Guayaquil, Ecuador. 207 p. Recuperado de <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/625>
- Gabriel, J., Pinales, T., Castro, C. A., Narváez, W. V., & Fuentes, T. (2023). Evaluación de la resistencia genética a enfermedades foliares en 20 accesiones de café arábigo (*Coffea arabica* L.) del banco de germoplasma de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 1(1), 26–40. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v1.n1.2023.26-40>
- Gardner, C. O., & Eberhart, S. A. (1966). Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related population. *Biometric*, 22(3), 429–452. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5970549/>

- Gutiérrez, J., & Gabriel, J. (2023). Aptitud combinatoria general y específica de parentales de café en las cruces de Catimor CIFC x Borbón Amarillo y Catimor CIFC x Caturra Roja en vivero. [Tesis Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador]. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5760>
- InfoStat. (2020). Software para análisis estadístico. <https://www.infostat.com.ar/>
- Martínez-Garza, A. (1988). Diseños experimentales: métodos y elementos de teoría, Trillas, México. México, 756 p.
- Mather, K., & Jinks, J. (1977). Introduction to biometrical genetics. New York, Cornell University Press. 231 p.
- Melese, A. K. (2016). The Role of Biotechnology on Coffee Plant Propagation: A Current topics paper. Agriculture and Healthcare, 6(5), 13-19. <https://core.ac.uk/download/pdf/234661918.pdf>
- Molina-Galán, J. D. (1992). Introducción a la genética de poblaciones y cuantitativa. AGT, México D.F., México. 343 p.
- Muschler, R. (2001). Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. Agrofor. Syst. 51, 131–139. <https://doi.org/10.1023/A:1010603320653>
- Parlevliet, J. E. (1979). Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. Annual Review of Phytopathology, 17(1), 203–222. <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.py.17.090179.001223>
- Parrales, C., & Gabriel, J. (2023). Aptitud combinatoria general y específica de progenitores de café (*Coffea arabica L.*) del banco de germoplasma de la UNESUM en la obtención de híbridos F1. [Tesis maestría, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador].
- PDOT. (2019). Gobierno Provincial de Manabí. Cantón Jipijapa. https://jipijapa.gob.ec/images/Planes/PDyOT%20GAD%20JIPIJAPA%202019-2023_signed.pdf
- Reyes, L. D. (2020). Aptitud combinatoria y heterosis en variables de plántula y de resistencia a roya (*Hemileia vastatrix berk. & br.*) de seis variedades de café (*coffea arábica L.*). [Tesis maestría, Colegio de Posgraduados, Montecillo, México]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/4375>
- Rodríguez, H., & Gabriel, J. (2023). Aptitud combinatoria general y específica de parentales de café en las cruces de entre Arara x Geisha y Arara x Catucaí 25L en vivero. [Tesis Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador]. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5788>
- SAS University. (2020). An Introduction to SAS University Edition. <https://www.oreilly.com/library/view/an-introduction-to/9781629600079/>
- Suarez, J., & Gabriel, J. (2023). Aptitud combinatoria general y específica de parentales de café en la cruce de Bourbon amarillo x Acawa y Bourbon amarillo x Típica en vivero. [Tesis, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador]. <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5788>
- Sprague, G. F., & Tatum, L. A. (1942). Capacidad combinatoria general vs. específica en cruces simples de maíz. Diario de La Sociedad Americana de Agronomía, 34, 923–932.
- Vaast, P., Bertrand, B., Perriot, J.-J., Guyot, B., & Génard, M. (2006). Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica L.*) under optimal conditions. J. Sci. Food Agric. 86, 197–204. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2338>
- Valverde, L. Y., Moreno, Q. J., Quijije, Q. K., Castro, L. A., Merchán, G. W., & Gabriel, O. J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica L.*). Sociedad de Investigación Selva Andina, 11(1), 18–28. <http://dx.doi.org/10.36610/jjsars.2020.110100018>
- Velásquez, O. R. A. (2019). Guía de variedades de café. El uso de variedades de café acorde al lugar y a los intereses del productor, favorece la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo. Asociación Nacional Del Café. <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Villalta, V. J., y Gatica, A. A. (2019). A look back in time: genetic improvement of coffee through the application of biotechnology. Agronomía Mesoamericana, 30(2), 577–599. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v30n2/2215-3608-am-30-02-00577.pdf>

Cómo citar: Ortiz Baque, J. ., & Gabriel Ortega, J. . (2024). Obtención de genotipos mejorados de café (*Coffea arabica* L.) para la zona sur de Manabí, Ecuador. UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria, 8(2). <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v8.n2.2024.118-130>