

Selección de líneas promisorias y liberación de cultivares de café con tolerancia a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) en la República Dominicana.

Romero, J; Toral, B; Olivares, F; Alcántara, K; Jiménez, F; Ceballos, F; Batista, I; Jiménez, H y Escarramán, A.

RESUMEN

La baja sostenibilidad económica es el principal problema de la caficultura dominicana. Esta situación, entre otros factores, se debe principalmente al impacto de la roya en la reducción de la productividad de café. En las zonas de Polo y Rancho Arriba se evaluaron 15 líneas de café con tolerancia a la roya introducidas al país en la década 1980-1990 a través del PROMECAFE. En 2014 estas líneas fueron seleccionadas en fincas de nueve zonas cafetaleras. De las 15 líneas evaluadas, sólo T-8667 está debidamente identificada. Los objetivos de esta investigación fueron a) seleccionar líneas promisorias de café con tolerancia a la roya y b) liberar cultivares de café con alta productividad, buena calidad, tolerantes a la roya y buena adaptabilidad. En cada zona se estableció un experimento con un diseño en Bloques Completos al Azar, con 16 tratamientos y tres repeticiones. Se usó como testigo el cultivar Castillo. Las variables medidas fueron productividad de café oro, granos vanos, calidad de taza y adaptabilidad. Además, se hizo una caracterización molecular para determinar los perfiles genéticos de las líneas seleccionadas. Para la variable productividad, los promedios de tres cosechas comerciales de ambas zonas indican que no hubo diferencias significativas entre las líneas de café. No obstante, las líneas con mayor productividad fueron RE-1, RA-4, LC-2 y RA-2 con 2.088,5, 2.001,8, 1.935.6 y 1.850,0 kg/ha, respectivamente. Se encontró una baja diferenciación genética general entre las líneas de café caracterizadas molecularmente, con una menor distancia génica dentro de los tres grupos que se conformaron. La línea RA-2 con la menor varianza (0,02) presentó la mayor estabilidad en ambas zonas. En Rancho Arriba, la línea RA-4 produjo la mayor productividad (2.731,6 kg/ha). La línea RA-2 en las dos zonas y RA-4 en Rancho Arriba, alcanzaron la mayor puntuación en la ponderación de las variables evaluadas con 83 y 80 puntos, respectivamente. RA-2 fue liberada como el cultivar Catidiaf 21 y RA-4 como Caribe. La calidad de taza de estos cultivares fue buena, similar a Castillo.

Palabras claves: Líneas y cultivares de café, roya, productividad, calidad de taza y adaptabilidad.

Selection of promising lines and release of coffee cultivars tolerant to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) in the Dominican Republic

Romero, J; Toral, B; Olivares, F; Alcántara, K; Jiménez, F; Ceballos, F; Batista, I; Jiménez, H; and Escarramán, A.

ABSTRACT

The main problem facing Dominican coffee growing is its low economic sustainability. This situation, among other factors, is primarily due to the impact of coffee rust on reduced productivity. Fifteen coffee lines tolerant to coffee rust were evaluated in the Polo and Rancho Arriba areas. These lines were introduced to the country in the 1980s through PROMECAFE. In 2014, these lines were selected on farms in nine coffee-growing areas. Of the lines evaluated, only T-8667 was properly identified. The objectives of this research were a) to select promising coffee lines tolerant to coffee rust and b) to release coffee cultivars with high productivity, good quality, resistance to coffee rust, and good adaptability. A Randomized Complete Block design experiment was established in each area, with 16 treatments and three replicates. The Castillo cultivar was used as a control. The variables measured were productivity for green coffee, vain beans, cup quality, and adaptability. In addition, molecular characterization was performed to determine the genetic profiles of the selected lines. For the productivity variable, the averages of three commercial harvests from both zones indicate no significant differences between the coffee lines. However, the lines with the highest productivity were RE-1, RA-4, LC-2, and RA-2, with 2,088.5, 2,001.8, 1,935.6, and 1,850.0 kg/ha, respectively. Low overall genetic differentiation was found among the molecularly characterized coffee lines, with a smaller genetic distance within the three groups formed. The RA-2 line, with the lowest variance (0.02), showed the greatest stability in both zones. In Rancho Arriba, the RA-4 line produced the highest productivity (2,731.6 kg/ha). The RA-2 line in both zones and RA-4 in Rancho Arriba achieved the highest scores in the weighting of the evaluated variables, with 83 and 80 points, respectively. RA-2 was released as the Catidiaf 21 cultivar, and RA-4 as Caribe. The cup quality of these cultivars was good, like Castillo.

Keywords: Coffee lines and cultivars, leaf rust, productivity, cup quality, and adaptability.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La baja sostenibilidad económica es el principal problema de la caficultura dominicana. Esta situación, entre otros factores, se debe principalmente al impacto de la roya en la reducción de la productividad, con un promedio nacional de apenas 253 kg/ha de café oro. Desde el 2011, la mayoría de las zonas cafetaleras están afectadas por esta enfermedad. Debido a esta situación, la producción de café se ha reducido en más de un 35 %. Aunque en el periodo 2016-2021 se ha establecido 27,045 hectáreas de café de fomento y renovación, la mayor área sigue siendo afectada por esta enfermedad (INDOCAFÉ, 2021).

En la década 1980 a 1990, a través del Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura en Centroamérica, Panamá, República Dominicana y Jamaica (PROMECAFE), se introdujeron 19 líneas de café (*Coffea arabica*) con resistencia a la roya, de las cuales 15 fueron Catimores y cuatro Sarchimores (Echeverry y Mora, 1990). Estas líneas se establecieron inicialmente en la finca La Cumbre, en Santiago. De la serie T-8600 se evaluaron las líneas T-8667 (1-1), T-8667 (1-4), T-8667 (3-1), T-8667 (4-2) y T-8667 (4-5). Las líneas con mayor productividad de café uva y menor porcentaje de granos vanos fueron T-8667 (4-2) con 6.154 kg/ha y 8,6% y T-8667 (1-1) con 6.072 kg/ha y 9,5% (IICA, 1989). Este proceso de evaluación quedó inconcluso debido entre otros factores, a que el impacto de la roya en la década de los noventa no tuvo mucha importancia y al cierre del programa nacional de investigación en café con la desaparición del Centro Norte de Desarrollo Agropecuario (CENDA). Posteriormente, estas líneas fueron establecidas en las fincas de algunos caficultores de las zonas productoras, con lo cual se perdió su identificación, excepto LC-1 (T-8667), obtenida en La Cumbre, Santiago.

Para abordar esta problemática y contribuir con la mejora de la sostenibilidad económica de la caficultura, el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias (IDIAF) elaboró una estrategia basada en el uso de tecnologías (IDIAF, 2013). Dentro del marco de esa estrategia y con el apoyo financiero del Fondo de Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDOCYT), se aprobó y ejecutó un proyecto de investigación que tuvo como resultado principal la selección de siete líneas promisorias de café (RA-4, RE-1, RA-2, RA-3, LC-1, CH-1 y LC-2) con tolerancia a la roya, alta productividad y buena calidad de taza (Romero, *et al.*, 2020).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Seleccionar líneas promisorias y liberar cultivares de café con tolerancia a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br) en la República Dominicana.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Seleccionar líneas promisorias tolerantes a la roya para la obtención de cultivares de café con buena calidad de taza, alta capacidad productiva y buena adaptabilidad.
- b) Liberar cultivares de café tolerantes a la roya con buena calidad de taza, alta capacidad productiva y buena adaptabilidad.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Zonas cafetaleras y diseño experimental

Los experimentos para la evaluación de las líneas de café fueron ubicados en las zonas de Polo y Rancho Arriba, correspondientes a la Sierra de Bahoruco y la Cordillera Central, respectivamente. El experimento en Polo está ubicado a 894 msnm. Esta zona tiene una pluviometría y temperatura promedio anual de 2.100 mm y 21 °C, respectivamente. El suelo tiene una textura arcillosa, es ácido con un pH de 5,8 y con un alto contenido de materia orgánica (5,76 %). Es muy pobre en potasio y fósforo con 0,14 meq/100 ml y 3,0 ppm, respectivamente. La altitud del experimento en zona de Rancho Arriba es 910 msnm. La pluviometría y temperatura promedio anual es de 1.700 mm y 22 °C, respectivamente. El suelo tiene una textura franco arcillosa, un pH ácido de 5,0 y un contenido medio de materia orgánica (4,48 %). También es muy pobre en potasio y fósforo con 0,24 meq/100 ml y 2,0 ppm, respectivamente.

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con 16 tratamientos y tres repeticiones. Se evaluó 15 líneas de café con tolerancia a la roya y se utilizó el cultivar Castillo como testigo. El área de las parcelas experimentales fue de 80 m² en la primera zona y de 98 m² en la segunda. El total de plantas en cada parcela y en el área útil, fue de 40 y 18 en Polo y 49 plantas y 25 en Rancho Arriba.

Las líneas y el cultivar de café Castillo evaluados se presentan en el cuadro 1. Estos materiales están establecidos en nueve zonas cafetaleras del país y fueron seleccionados con base en la tolerancia a la roya, porte de la planta y granos vanos ($\leq 7\%$).

Cuadro 1. Origen y localización de las líneas y el cultivar de café con tolerancia a la roya.

Código	Introducción	Identificación	Zona Cafetalera
LC-1	PROMECAFE	T-8667	La Cumbre, Santiago
LC-2	PROMECAFE	Desconocida	La Cumbre, Santiago
PP-20	PROMECAFE	Desconocida	Paradero, Puerto Plata
PP-23	PROMECAFE	Desconocida	Paradero, Puerto Plata
PP-24	PROMECAFE	Desconocida	Paradero, Puerto Plata
RE-1	PROMECAFE	Desconocida	Restauración
RE-2	PROMECAFE	Desconocida	Restauración
RA-2	PROMECAFE	Desconocida	Rancho Arriba
RA-3	PROMECAFE	Desconocida	Rancho Arriba
RA-4	PROMECAFE	Desconocida	Rancho Arriba
JU-1	PROMECAFE	Desconocida	Juncalito
JA-1	PROMECAFE	Desconocida	Jarabacoa
CON-1	PROMECAFE	Desconocida	Constanza
PL-1	PROMECAFE	Desconocida	Padre las Casas
CH-1	PROMECAFE	Desconocida	Enriquillo
CAS	Colombia	Castillo	Juncalito

3.2 Variables evaluadas

La productividad se determinó en el área útil de las parcelas experimentales. En cada recolección durante la cosecha de las líneas evaluadas se pesó la café uva en kilogramo. Para la conversión de café uva /café pergamino seco, se tomó una muestra de 5 kg de café uva por parcela en el pico de la cosecha. El porcentaje café pergamino seco (CPS) se determinó con base en el peso de café uva (PCU) y el peso de café pergamino seco (PCPS) mediante la fórmula % CPS =

PCPS/PCU x 100 (Fischersworing y Robkam, 2001). La evaluación de los frutos vanos se realizó en el pico de la cosecha mediante la aplicación del método de flotación (Alvarado *et al.*, 2002).

Para la evaluación de las características organolépticas del café en cada parcela se tomó una muestra de 1 kg de café pergamino seco con 12% de humedad en el pico de la cosecha. La calidad de taza se evaluó mediante la calificación de los descriptores aroma, sabor, cuerpo, acidez, dulce, taza limpia, uniformidad, resabio, balance y preferencia con la participación de un panel de 10 catadores para las muestras de 15 líneas y el cultivar Castillo de la primera cosecha comercial. Para la evaluación de calidad de las muestras de seis líneas promisorias seleccionadas y el cultivar Castillo participaron cuatro catadores de café. Se utilizó una escala de 0 a 10 para valorar cada descriptor. La adaptabilidad de las líneas de café tolerantes a la roya se evaluó con los resultados del promedio de la productividad de café oro de tres cosechas comerciales de las zonas de Rancho y Polo.

Para la caracterización molecular de las líneas de café, se tomó cuatro hojas adultas. Los ADNs de las 15 muestras de café fueron extraídos en la República Dominicana siguiendo el protocolo “Extracción de ADN para la secuenciación a pequeña escala CTAB” y enviados al Laboratorio de Genética Molecular y Cultivo de Tejidos del CIAT para su evaluación y procesamiento. El genotipado se realizó en la plataforma *Fluidigm EPI System*.

La selección de las líneas promisorias para la liberación de los cultivares de café se realizó con base en una matriz de siete variables evaluadas: productividad, granos vanos, calidad de taza, tamaño de grano, tolerancia a la roya en campo y laboratorio y adaptabilidad. Para cada variable se elaboró una escala del 1 al 5 y se establecieron los criterios y valor. Se seleccionaron las líneas promisorias con la mayor puntuación total para ser liberadas como cultivares de café.

3.3 Análisis de datos

Las variables productividad, conversión de café uva/pergamino seco y granos vanos, fueron evaluadas estadísticamente mediante un análisis de varianza y la prueba de Duncan de separación de medias. Para la determinación de la adaptabilidad de las líneas de café tolerantes a la roya se hizo un análisis de varianza. Estos análisis estadísticos se realizarán mediante el programa INFOSTAT 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2008).

Para la evaluación de la calidad de taza se usó la metodología de la Asociación de Cafés Especiales (SCA), mediante la cual se da una puntuación total a cada muestra en función de los atributos evaluados en la catación del café.

Para la caracterización molecular de las líneas de café, se calcularon las distancias genéticas pareadas usando el estándar de Nei (1972), a partir de las cuales se construyó un dendograma de distancias con el algoritmo UPGMA. Tanto los estadísticos descriptivos como los cálculos de distancias se realizaron con el programa Power Marker V3.25, mientras que la edición del dendograma se hizo en FigTree V1.4.2.

3.4 Manejo de los experimentos

En las parcelas experimentales se utilizó un marco de plantación de 2 m x 1 m, correspondiente a una densidad poblacional de 4.993 plantas/hectáreas. En el experimento ubicado en Polo se realizaron dos fertilizaciones por año. En el primer y segundo año se aplicó dos onzas por planta de la fórmula 15-15-15+4S. En el tercer, cuarto y quinto año se utilizó tres onzas por planta de 14-7-21+ 0.5 Zn. En Rancho Arriba se realizaron tres fertilizaciones por año. En el primer y segundo año se aplicó dos onzas por planta de la fórmula 15-15-15+4S. En el tercer, cuarto y

quinto año se utilizó tres onzas por planta de 20-5-20. En ambos experimentos, se realizaron tres a cuatro chapeos por año para el control manual de malezas.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Productividad de café

La productividad de café de las líneas con tolerancia a la roya y el cultivar Castillo en las zonas de Polo y Rancho Arriba se presenta en el cuadro 2. Con base en los resultados de productividad de la segunda cosecha, considerada como comercial, en ambas zonas hubo diferencias significativas entre las líneas evaluadas y respecto al cultivar Castillo. En Polo, la mayor productividad corresponde a la línea LC-2 (2.032,97 kg/ha de café oro), la cual superó en forma significativa a todos los materiales evaluados. Esta línea fue seguida por PP-23 y CH-1 con 1.657,07 y 1.637,47 kg/ha, respetivamente.

En Rancho Arriba, las líneas RE-1, JU-1 y LC-1 superaron en forma significativa a todos los materiales evaluados. La mayor productividad corresponde a la línea RE-1, con 2.324,40 kg/ha de café oro. Entre RE-1 y las líneas JU-1 y LC-1 no hubo diferencias significativas, La productividad promedio de estas líneas fue de 2.324,40, 2.071,17 y 2.031,77 kg/ha, respectivamente. Estas líneas fueron seguidas por RA-4 con 1.940,63 k/ha. Las líneas LC-2 y RE-1 en Polo y LC-1, RE-1, JU-1 y RA-4 en Rancho Arriba superaron al cultivar Castillo (testigo), el cual tuvo una productividad promedio de 1.446,43 y 1.845,60 kg/ha, respectivamente.

Las líneas LC-2, RE-1, JU-1 y en particular LC-1 (T-8667) en ambas zonas, tuvieron una mayor productividad de café oro que las líneas T-8667 (4-2) y T-8667 (1-1) en La Cumbre, Santiago. La productividad de estas líneas fue de 6.154 y 6.072 kg/ha de café uva (IICA, 1989), equivalente a 1.107,72 y 1.092,96 kg/ha de café oro, respectivamente.

Cuadro 2. Productividad de café oro en kg/ha de 15 líneas y el cultivar Castillo para la primera y segunda cosecha comercial en las zonas de Polo y Rancho Arriba.

Línea/ Variedad	Polo		Rancho Arriba	
	2017/2018	2018/2019	2017/2018	2018/2019
LC-1	66,93 DEF	1.420,23 CDEF	163,03 BCD	2.031,77 GH
LC-2	77,00 EF	2.032,97 H	244,73 FG	1.321,60 DE
PP-20	45,77 BCD	1.448,73 DEF	47,93 A	799,87 A
PP-23	155,67 H	1.657,07 G	329,30 H	1.875,00 FG
PP-24	33,00 A	1.337,93 BCDE	146,17 BC	1.214,87 CD
RE-1	89,47 FG	1.516,93 EFG	278,97 G	2.324,40 H
RE-2	64,07 DE	1.075,73 A	171,3 CD	1.454,07 DE
RA-2	102,13 G	1.292,20 BCD	340,10 H	1.333,40 DE
RA-3	55,50 CDE	1.236,00 ABC	269,97 G	1.816,30 FG
RA-4	17,47 A	1.229,9 ABC	408,47 I	1.940,63 G
JU-1	14,77 A	1.252,83 ABC	162,77 BCD	2.071,17 GH
CAS	216,00 I	1.446,43 DEF	428,63 I	1.845,60 FG
JA-1	106,87 G	1.556,1 FG	191,63 DE	959,13 ABC
CON-1	53,03 CDE	1.410,23 CDEF	209,83 EF	1.617,30 EF
PL-1	25,20 A	1.168,80 AB	130,87 B	1.166,97 BCD
CH-1	105,83 G	1.637,47 G	-	-
Media	74,88	1.405,12	222,07	1.540,65
general				
CV %	18,2	7,33	9,86	11,16

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los resultados del promedio de productividad de tres cosechas comerciales de café oro para las líneas promisorias seleccionadas y el cultivar Castillo se presentan el cuadro 3. Se observa que no hubo diferencias significativas en la productividad promedio entre las líneas RA-4, RA-3, RE-1, LC-1, RA-2, LC-2 y el cultivar Castillo (testigo) en Rancho Arriba, Polo, y en ambas zonas. La línea RA-4 con una productividad de 2.731,7 kg/ha de café oro, tuvo un mejor comportamiento en la zona de Rancho Arriba que en Polo (1.264,7). Las líneas promisorias con la mayor productividad de café oro en ambas zonas, fueron RA-4, RA-3 y RE-1 con 2.731,7, 2.319,7 y 2.276,4 kg/ha, respectivamente.

En la zona de Rancho Arriba, los genotipos evaluados alcanzaron una mayor productividad de café oro (2.196,9 kg/ha) que en Polo con 1.539,2 kg/ha, equivalente a un aumento de 29,94 %. Estos resultados indican que estos materiales de café con tolerancia a la roya tienen una buena capacidad productiva.

Cuadro 3. Productividad promedio de café oro en kg/ha de seis líneas promisorias y el cultivar Castillo de la segunda, tercera y cuarta cosechas en las zonas de Rancho Arriba y Polo.

Línea/Cultivar	Rancho Arriba	Polo	Rancho Arriba/Polo
LC-1	2.139,1 AB	1.315,2 A	1.727,1 A
RA-3	2.319,7 AB	1.214,1 A	1.770,5 A
RA-2	1.929,5 AB	1.770,5 A	1.850,0 A
LC-2	1.886,1 AB	2.052,3 A	1.972,8 A
RA-4	2.731,7 B	1.264,7 A	2.001,8 A
RE-1	2.276,4 AB	1.907,8 A	2.088,5 A
CASTILLO	2.110,2 AB	1.250,2 A	1.683,8 A
Media general	2.196,9	1.539,2 A	1.868,0
CV %	23,9	34,3	29,1

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.2 Granos vanos y café uva/pergamino seco

Para granos vanos y la conversión café uva a pergamino seco hubo diferencias significativas entre los materiales de café en las zonas de Polo y Rancho Arriba (cuadro 4). En ambas zonas la mayoría de las líneas tuvieron granos vanos menor o igual al 7 %. En la zona de Polo, los menores porcentajes corresponden las líneas RA-4, RE-1 y CH-1 con 3.00 %. En Rancho Arriba, fueron las líneas RA-4 y LC-1 con 3.00 y 3.33 %, respectivamente.

La conversión de café uva a pergamino seco es un factor que influye en la productividad de café oro. En la zona de Polo, el mayor rendimiento de café uva a pergamino seco corresponde al testigo (cultivar Castillo) con 0,19, seguido de las líneas PP-23, PP24 y PL-1 con 0,18. En la zona de Rancho Arriba, el cultivar castillo también tiene el mayor rendimiento uva/pergamino seco con 0,19, seguido de las líneas JU-1 y RA-2 con 0,18.

Cuadro 4. Granos vanos y conversión uva/pergamino seco de 15 líneas y el cultivar de café Castillo en la primera y segunda cosecha comercial en las zonas de Polo y Rancho Arriba.

Línea/ Variedad	Polo		Rancho Arriba	
	Uva/pergamino Seco	Granos vanos (%)	Uva/pergamino Seco	Granos vanos (%)
LC-1	0,17 AB	4,67 A	0,16 BC	3,33 A
LC-2	0,16 A	7,00 A	0,16 BC	9,67 AB
PP-20	0,17 AB	33,67 B	0,16 BC	13,30 C
PP-23	0,18 BC	6,67 A	0,17 BC	5,33 A
PP-24	0,18 BC	7,00 A	0,17 BC	4,00 A
RE-1	0,17 ABC	3,00 A	0,15 AB	4,67 A
RE-2	0,17 AB	4,33 A	0,14 A	4,00 A
RA-2	0,17 ABC	7,00 A	0,18 BCD	4,67 A
RA-3	0,17 AB	4,33 A	0,16 BC	5,33 A
RA-4	0,17 ABC	3,00 A	0,15 AB	3,00 A
JU-1	0,17 AB	3,33 A	0,18 BCD	4,67 A
CAS	0,19 CD	9,00 A	0,19 D	9,00 AB
JA-1	0,17 ABC	4,00 A	0,15 A	3,67 A
CON-1	0,17 ABC	10,33 A	0,14 A	4,67 A
PL-1	0,18 BC	3,67 A	0,17 BC	7,00 AB
CH-1	0,17 BC	3,00 A	-	-
Media general	0,18	6,84	0,16	5,70
CV %	3,19	68,65	8,01	36,36

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En el cuadro 5 se presenta los resultados de granos vanos de las líneas promisorias seleccionadas y el cultivar Castillo en las zonas de Rancho y Polo. Estos resultados indican que hubo diferencias significativas entre las líneas y el cultivar Castillo en ambas zonas. En Rancho Arriba las líneas con el menor porcentaje de granos vanos fueron RA-4, LC-1, RA-2 y RE-1 con 3,7, 4,0, 4,3 y 4,3 %, respectivamente. La línea LC-2 tuvo la mayor cantidad de granos vanos con 8,3 %. En la zona de Polo, Las líneas con el menor porcentaje de granos vanos fueron RA-4 y RA-3 con 0,7 %, seguidas por RE-1 y Castillo con 2,0 %. En general, se registró un menor porcentaje de granos vanos en la zona de Polo (1,8 %) que en Rancho Arriba (4,9 %).

Cuadro 5. Promedio de granos vanos en % de seis líneas promisorias y el cultivar de café Castillo de la segunda, tercera y cuarta cosechas en las zonas de Rancho Arriba y Polo.

Línea/Cultivar	Rancho Arriba	Polo	Rancho Arriba/Polo
LC-1	4,0 A	1,0 A	2,5 A
RA-3	4,7 B	0,7 A	2,7 A
RA-2	4,3 A	2,7 AB	3,5 A
LC-2	8,3 C	4,0 AB	6,2 B
RA-4	3,7 A	0,7 A	2,2 A
RE-1	4,3 A	2,0 AB	3,2 A
CASTILLO	4,7 B	2,0 AB	3,3 A
Media general	4,9	1,8	3,4
CV %	49,7	55,2	62,0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.3 Calidad de café

En los cuadros 6 y 7 se presenta la puntuación y la calificación de la calidad de taza de 15 líneas y el cultivar Castillo en la segunda cosecha de café y de seis líneas seleccionadas como promisorias y el cultivar Castillo como testigo en la tercera y cuarta cosechas. Para las 15 líneas y el cultivar de café Castillo en la segunda cosecha la calidad de taza fue similar. Fue calificada como comercial con una puntuación de 61,7 a 73,6 en la zona de Rancho Arriba y de 66,3 a 74,3 en Polo.

Cuadro 6. Calidad de taza de 15 líneas y el cultivar de café Castillo en la segunda cosecha en las zonas de Rancho Arriba y Polo.

Línea/Cultivar	Rancho Arriba		Polo	
	Puntuación	Calificación*	Puntuación	Calificación*
LC-2	73,6	Comercial	68,3	Comercial
RE-2	73,2	Comercial	74,3	Comercial
LC-1	71,6	Comercial	68,7	Comercial
RA-3	71,1	Comercial	71,2	Comercial
JA-1	70,1	Comercial	71,0	Comercial
RA-4	70,5	Comercial	70,9	Comercial
PP-23	70,0	Comercial	70,1	Comercial
PL-1	69,5	Comercial	66,4	Comercial
RE-1	69,2	Comercial	63,6	Comercial
PP-24	68,7	Comercial	70,2	Comercial
JU-1	68,4	Comercial	72,1	Comercial
CAS	68,1	Comercial	69,1	Comercial
CON-1	67,6	Comercial	69,2	Comercial
RA-2	67,1	Comercial	69,0	Comercial
PP-20	61,7	Comercial	69,6	Comercial

En la tercera y cuarta cosechas (cuadro 7), la calidad de taza promedio de las líneas promisorias y el cultivar de café Castillo tuvo una mayor calificación que en la segunda cosecha. En la zona de Rancho Arriba las líneas con la mejor calidad de taza, calificada como buena, fueron RA-2 y LC-2 con una de 75,8 y 76,5, respectivamente. En la zona de Polo la mejor calidad de taza, calificada como muy buena, fue del cultivar Castillo con una puntuación de 81,7. Para las líneas promisorias LC-2, RA-3, RA-2, RA-4 y LC-1 la calidad de taza fue buena con una puntuación promedio de 75,8, 76,1, 78,4 78,6 y 79,1, respectivamente. La peor calidad de taza, correspondió a la línea promisorio RE-1 con una calidad de taza comercial y una puntuación de 74,2. En general, las líneas promisorias de café y el cultivar Castillo tuvieron una mejor calidad de taza de café en la zona de Polo.

Cuadro 7. Calidad de taza promedio de seis líneas promisorias y el cultivar de café Castillo en la tercera y cuarta cosechas en las zonas de Rancho Arriba y Polo.

Línea/Cultivar	Rancho Arriba		Polo	
	Puntuación	Calificación*	Puntuación	Calificación*
LC-1	71,6	Comercial	79,1	Buena
RA-3	73,6	Comercial	76,1	Buena
RA-2	75,8	Buena	78,4	Buena
LC-2	76,5	Buena	75,8	Buena
RA-4	72,5	Comercial	78,6	Buena
RE-1	73,1	Comercial	74,2	Comercial
CASTILLO	74,8	Comercial	81,7	Muy buena

*Clasificación de la Asociación de Cafés Especiales (SCA)

4.4 Adaptabilidad

En el cuadro 8 se presenta los resultados del análisis de varianza para determinar la adaptabilidad de las líneas promisorias en las zonas de Rancho Arriba y Polo. Las líneas RA-2 y LC-2 con una productividad promedio de 1.850,0 y 1.972,8 kg/ha de café oro tuvieron la menor varianza con valores de 0,02 y 0,03, respectivamente, y la mayor estabilidad en ambas zonas. Estos resultados indican que el ambiente ejerce una gran influencia en la expresión del potencial genético de producción y en la adaptabilidad que presenta cada línea a determinadas condiciones de manejo.

Cuadro 8. Análisis de varianza de la productividad promedio de café oro de seis líneas promisorias y el cultivar de café Castillo en las zonas de Rancho Arriba/ Polo.

Línea/Cultivar	Productividad promedio café oro (kg/ha)	VAR (n-1)
LC-1	1.727,1	0,65
RA-3	1.770,5	1,17
RA-2	1.850,0	0,02
LC-2	1.972,8	0,03
RA-4	2.001,8	2,06
RE-1	2.088,5	0,14
CASTILLO	1.683,8	0,71

4.5 Caracterización molecular

Las distancias genéticas de las líneas de café se obtienen comparando por pares los perfiles genéticos y transformando las diferencias encontradas en valores de distancias. Dependiendo de la naturaleza de los datos se pueden utilizar diferentes estándares como el estándar de Nei (1972). La matriz que se obtiene de este análisis se agrupó en un dendograma o árbol de distancias siguiendo diferentes algoritmos. Para los datos de las líneas de café se utilizó el algoritmo UPGMA, donde las longitudes de cada rama indican la distancia genética entre los individuos, la cual se distribuye en un rango de 0 a 1. Los valores bajos indican que hay poca diferenciación, mientras que valores altos, que hay mayores diferencias.

La figura 1 muestra el dendograma de distancias donde el valor máximo de diferenciación fue menor a 0,07, indicando una relación cercana entre las líneas evaluadas. A pesar de esta baja diferenciación, se formaron tres grupos de líneas de café. El dendograma recoge los resultados obtenidos del análisis del Matching Multilocus Genotypes, encerrando en un círculo las líneas con menor distancia genética. En la parte superior de la figura 1 se presenta el grupo uno formado por las líneas PL-1 y PP-20. El grupo dos incluye las líneas RA-3 y JU-1 y el tres RA-2, CH-1, RE-1, RE-2 y LC-1(T-8667). El grupo uno tiene la mayor separación genética respecto a los grupos dos y tres.

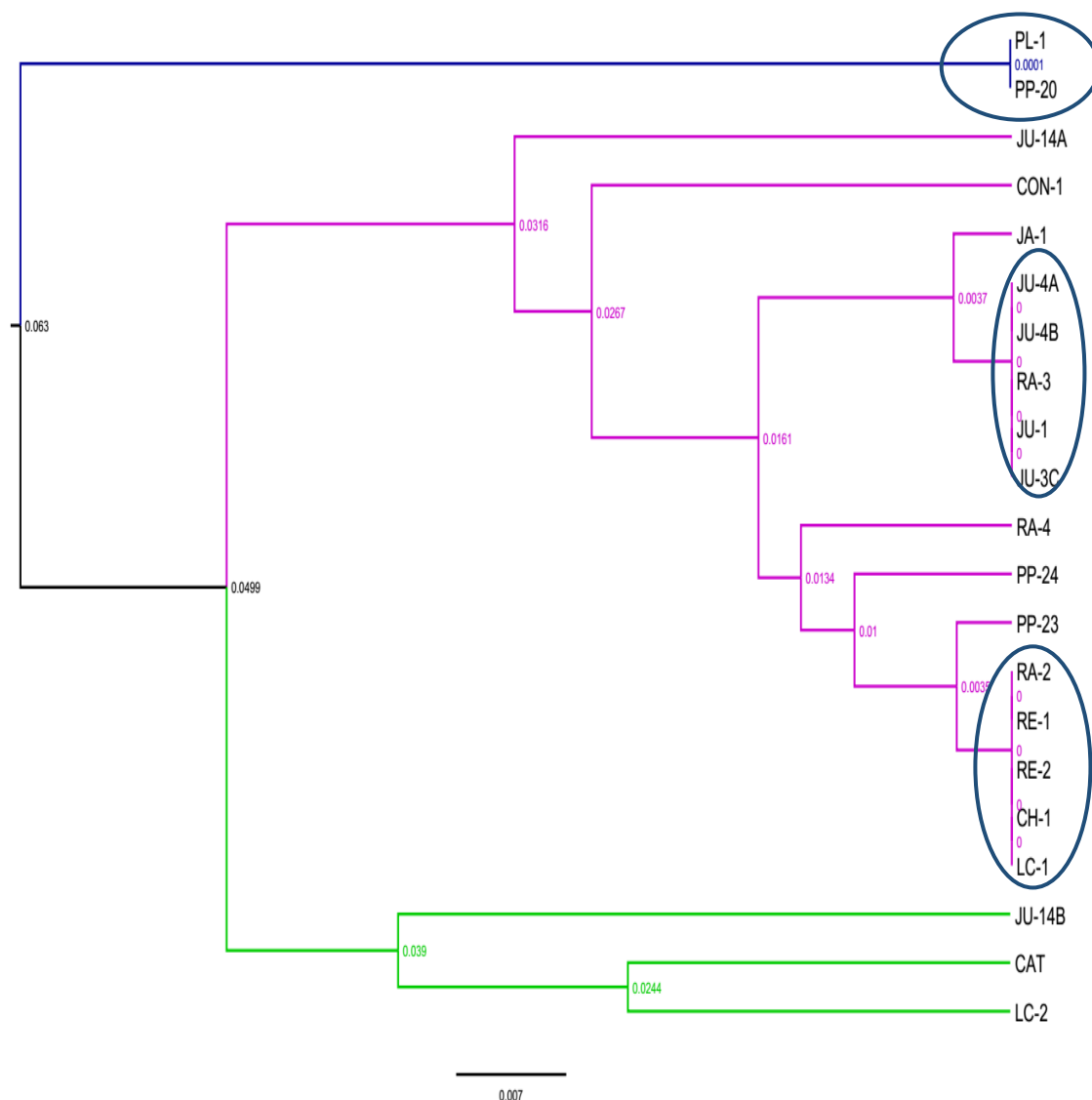


Figura 1. Árbol de distancias pareadas generado con el método UPGMA de las líneas de café.

4.6 Cultivares de café

En los cuadros 9 y 10 se presenta la valoración según la escala, de las variables productividad de café oro, calidad de taza, granos vanos, tamaño de grano, infección de roya en el campo y el laboratorio y adaptabilidad, y la ponderación total de las líneas promisorias candidatas para la selección y liberación como cultivares de café.

Cuadro 9. Valor promedio de la escala de las variables evaluadas y ponderación total de las líneas promisorias seleccionadas para la liberación de los cultivares de café en las zonas de Rancho Arriba y Polo.

Líneas	Productividad café oro	Calidad de taza	Granos vanos	Tamaño de grano	Grado de infección de roya en el campo	Grado de infección de roya en el laboratorio	Adaptabilidad	Valor Total (35)
RA-2	3	3	4	4	5	5	5	29
RE-1	3	2	5	4	5	5	3	27
RA-3	3	2	5	4	5	5	1	25
RA-4	3	2	5	4	5	5	1	25
LC-1	3	2	5	4	5	2	2	23
LC-2	3	2	3	4	5	2	5	24

La línea RA-2 con una puntuación total de 29/35, equivalente a 83 puntos, se seleccionó para la liberación del cultivar Catidiaf 21 (cuadro 9). Esta línea tuvo la mayor estabilidad en las zonas de Rancho Arriba y Polo. La línea RA-4 con una puntuación total de 24/30, equivalente a 80 puntos, se seleccionó para la liberación del cultivar Caribe (cuadro 10). En la zona de Rancho Arriba, esta línea produjo la mayor productividad de café oro (2.731,6 kg/ha).

Cuadro 10. Valor de la escala de las variables evaluadas y ponderación total de las líneas promisorias seleccionadas para la liberación de los cultivares de café en la zona de Rancho Arriba.

Líneas	Productividad café oro	Calidad de taza	Granos vanos	Tamaño de grano	Grado de infección de roya en el campo	Grado de infección de roya en el laboratorio	Valor Total (30)
RA-4	4	3	4	3	5	5	24
RA-2	3	3	4	3	5	5	23
RA-3	4	2	4	3	5	5	23
RE-1	4	2	4	3	5	5	23
LC-1	3	2	4	3	5	2	19
LC-2	3	3	3	3	5	2	19

4.6.1 Características de Catidiaf 21

Es un catimor proveniente del cruzamiento de Caturra X el Híbrido de Timor. Tiene tolerancia a las razas de roya del café I, II y III. La planta es compacta, con buen vigor, porte medio y una altura promedio de 2,39 metros. El color del brote es marrón rojizo. Las hojas tienen forma elíptica, color verde oscuro y tamaño mediano (16 cm de largo y 7,9 cm de ancho). El fruto es de forma ovalada, color rojo y tamaño grande.



Este cultivar tiene un rendimiento promedio de café uva de 2,31 kg por planta en tres cosechas, equivalente a 1,850 kg/ha de café oro a una densidad poblacional de 5.000 ptas/ha. La conversión café uva/pergamino seco es de 17 %. Se requiere en promedio 5,89 kg de café uva para obtener 1 kg de café pergamino seco. Produce pocos frutos vanos (4,3 %). La calidad de taza es buena en zonas de altitud media a alta de la Cordillera Central y la Sierra de Batoruco, similar al cultivar Castillo (Figura 2). El café es equilibrado con buen aroma, acidez y cuerpo, y un sabor suave cremoso.

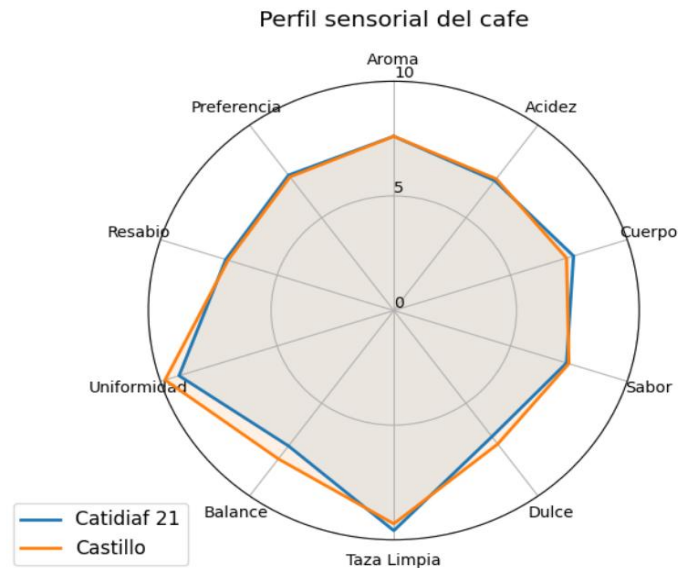


Figura 2. Perfil sensorial de los cultivares de café Catidiaf 21 y Castillo.

4.6.2 Características Caribe

Es un catimor proveniente del cruzamiento de Caturra X el Híbrido de Timor. Tiene tolerancia a las razas de roya del café I, II y III. La planta es compacta, con buen vigor, porte medio y una altura promedio de 2.35 metros. El color del brote es marrón rojizo. Las hojas tienen forma elíptica, color verde oscuro y tamaño pequeño (13,8 cm de largo y 6,5 cm de ancho). El fruto es de forma ovalada, color rojo y tamaño mediano.



Este cultivar tiene un rendimiento promedio de café uva por planta de 3,41 kg en tres cosechas, equivalente 2.732 kg/ha de café oro a una densidad poblacional de 5.000 ptas/ha. La conversión café uva/pergamino seco es de 15 %. Se requiere en promedio 6,68 kg de café uva para obtener 1 kg de café pergamino seco. La producción de frutos vanos es baja (3,92 %). Tiene una buena calidad de taza en zonas de altitud media a alta de la Cordillera Central. El café tiene una acidez media y una alta uniformidad, y un sabor suave cremoso. La taza de este cultivar ligeramente diferente a la del cultivar Castillo en los atributos acidez, aroma y uniformidad (figura 3).

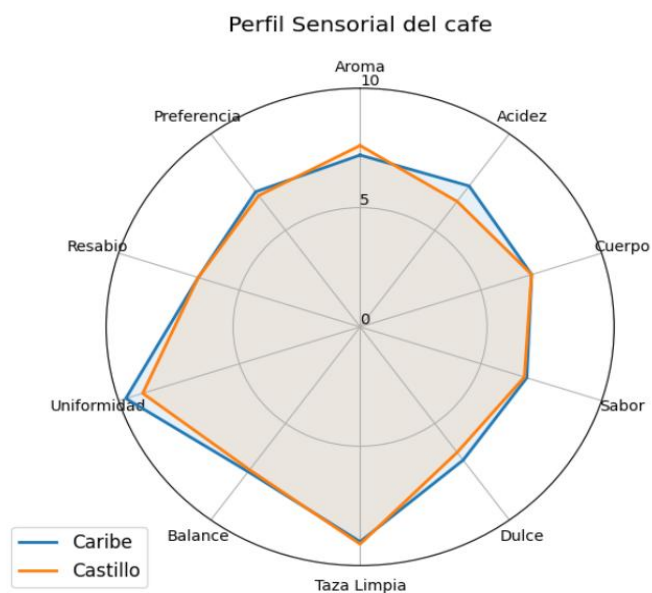


Figura 3. Perfil sensorial de los cultivares de café Caribe y Castillo.

5. CONCLUSIONES

En la segunda cosecha, hubo diferencias significativas en la productividad de café oro de las líneas con tolerancia a la roya en las zonas de Polo y Rancho Arriba. En Polo, la mayor productividad promedio fue de la línea LC-2 (2.032,97 kg/ha de café oro), la cual superó en forma significativa a todas las líneas y al cultivar Castillo. En Rancho Arriba, las líneas RE-1, JU-1 y LC-1 superaron en forma significativa a todos los materiales evaluados. La mayor productividad promedio fue de la línea RE-1, con 2.324,40 kg/ha de café oro, seguida por JU-1 con 2.071,17 y LC-1 con 2.031,77 kg/ha.

Para la productividad promedio de café oro de la segunda, tercera y cuarta cosechas no hubo diferencias significativas entre las líneas promisorias RA-4, RA-3, RE-1, LC-1, RA-2, LC-2 y el cultivar Castillo (testigo) en Rancho Arriba, Polo, y en ambas zonas. Las líneas promisorias con la mayor productividad de café oro en ambas zonas, fueron RA-4, RA-3 y RE-1 con 2.731,7, 2.319,7 y 2.276,4 kg/ha, respectivamente.

Las líneas promisorias de café y el cultivar Castillo tuvieron una mejor calidad de taza de café en la zona de Polo que en Rancho Arriba. Las líneas RA-2 y LC-2 tuvieron una buena calidad de taza en ambas zonas. La mejor calidad de taza correspondió al cultivar Castillo en la zona de Polo con una calificación de muy buena y una puntuación de 81,7.

La diferenciación genética entre las líneas de café con tolerancia a la roya es baja. En función de la distancia genética se formaron tres grupos. El grupo uno incluye las líneas PL-1 y PP-20, el dos RA-3 y JU-1 y el tres RA-2, CH-1, RE-1, RE-2 y LC-1(T-8667). Este resultado indica que posiblemente la línea RA-2 sea una selección de T-8667.

La línea promisorio RA-2 tuvo la mayor adaptabilidad a las zonas de Polo y Rancho Arriba. Se seleccionó esta línea por alcanzar la mayor puntuación (83) en la matriz de ponderación para la liberación del cultivar CATIDIAF 21. Este cultivar es un catimor tolerante a la roya, con alta capacidad productiva, buena adaptabilidad y con una buena calidad de taza. El café es equilibrado con buena aroma, acidez y cuerpo, y un sabor suave cremoso.

Se seleccionó la línea promisorio RA-4 por alcanzar la mayor puntuación (80) en la matriz de ponderación en la zona de Rancho Arriba para la liberación del cultivar CARIBE. Este cultivar es un catimor tolerante a la roya, con alta capacidad productiva y con una buena calidad de taza. El café tiene una acidez media y buena uniformidad. El sabor es suave cremoso.

6. RECOMENDACION

Evaluar el comportamiento de los cultivares de café Catidiaf 21 y Caribe en diferentes zonas cafetaleras.

7. BIBLIOGRAFIA

- Alvarado-Alvarado, G., Moreno-Ruiz, G y Cortina-Guerrero, H. 2002. Características agronómicas y resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix* de progenies de caturra x híbrido de Timor. *Cenicafé* 53(1):7-24.
- Echeverry, J. y Mora, E. 1990. Propuesta de una metodología de validación para evaluar la adaptación de germoplasma de café (*Coffea arábica* L.) promisorio por su resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.). VIII Reunión Regional de Mejoramiento Genético del Café, Nicaragua. 12p.
- Di Rienzo, J., Casanoves F., Balzarini M., González, L., Tablada M. y Robledo C. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Fischersworing-Homberg, B. y Robkamp-Ripken, R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. 3era ed. Popayán, GTZ. 152 p.
- International Coffee Organization (ICO). 2013. Plan de Acción para combatir la Plaga. Informe sobre el brote de la roya del café en Centro América. Londres. Inglaterra. 7 p.
- Instituto Dominicano del Café (INDOCAFE). 2021. Proyecto piloto "Vida digna para las familias cafetaleras de Peralta, Chene, Juncalito y Paradero, RD". Santo Domingo, República Dominicana. 29p.
- Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). 2013. Estrategia tecnológica para abordar la problemática de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) y mejorar la capacidad productiva de las plantaciones de café en la Republica Dominicana. En sitio de internet www.idiaf.gov.do.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 1989. Memoria de la VIII Reunión Regional de Mejoramiento Genético de Café. PROMECAFE. San Pedro Sula. Honduras. 55p.
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *Am Nat.* 106: 283-292.
- Romero, J., Toral, B., Olivares, F., Jiménez, F., Ceballos, F., Batista, I., Jiménez, H y Escarramán, A. 2020. Selección de líneas promisorias de café (*Coffea arábica*) con Resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*) en la República Dominicana. La Vega. República Dominicana. 23p.