

SELECCIÓN DE “CABEZAS DE CLON” EN CAFÉ ROBUSTA (*Coffea canephora*) EN EL TRÓPICO SECO, ECUADOR

SELECTION OF ‘CLONE HEADS’ FROM ROBUSTA COFFEE PLANTS (*Coffea canephora*) IN THE DRY TROPICS OF ECUADOR

Luis Alberto Duicela Guambi¹, Gianni Rubén Corral Castillo² y Willian Paul Chilán Villafuerte³

¹Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, ubicado en el km 2.7 vía Calceta-El Morro-El Limón, sector El Gramal

²Departamento Técnico. Dublinsa S.A. Av. Rodrigo Chávez entre Urdesa Norte y Urdenor - Parque Empresarial Colón Edificio 5 piso 2 Oficina 202, Guayaquil, Ecuador

³Proyecto Café robusta. Solubles Instantáneos C.A. Av. Carlos Julio Arosemena km 2, Guayaquil Ecuador

Contacto: lduicela@gmail.com

RESUMEN

La investigación se ejecutó de junio 2007 a diciembre 2012, en el Centro Experimental de café robusta ubicado en el Recinto Las Mercedes, cantón Isidro Ayora, provincia del Guayas, donde prevalece la zona de vida “Bosque muy seco tropical”. El objetivo fue seleccionar árboles “Cabezas de clon” de alto valor genético para impulsar la caficultura en el trópico seco del litoral ecuatoriano. Se evaluaron 32 accesiones de distinto origen, cada una conformada de 20 cafetos. En una primera etapa, se evaluaron los caracteres morfológicos y productivos de las accesiones y en una segunda etapa se incluyeron los atributos organolépticos e industriales de los árboles promisorios. El análisis estadístico incluyó el cálculo de estadígrafos, análisis de varianza, componentes principales y conglomerados jerárquicos. Los resultados permitieron identificar y seleccionar dos accesiones tipo conilón y siete tipo robusta. Las “cabezas de clon” seleccionadas fueron: CONERB-01-Planta 13-14-17-20, CON-ETP-01-Planta 11, COF-01-Plantas 02 y 04, COF-02-Plantas 15 y 17, COF-04-Planta 18, COF-05-Planta 2, COF-06-Plantas 3-15-17, NP-4024-Planta 15 y NP-2024-Planta 10. El potencial productivo de los árboles seleccionados varía de 2,5 a 3,9 t ha⁻¹, por tanto, se infiere que existen genotipos de alta productividad, adaptados al trópico seco y al manejo intensivo con riego.

Palabras clave: Fenotipo, genotipo, variabilidad, mejoramiento genético, clon.

ABSTRACT

The study was carried out from June 2007 to December 2012 at the Café Robusta Experimental Center located in Las Mercedes, Isidro Ayora, in the province of Guayas, at a “Dry Tropical Forest” zone. The objective was to select plants ‘clone heads’ of high genetic value to promote coffee production in the dry tropics of the Ecuadorian Coast. We evaluated 32 accessions from different origins, each one composed by 20 coffee bushes. First, we evaluated the morphological and productive characteristics of the accessions. Second, we included the analysis of organoleptic and industrial aspects of the most important plants. Statistical analysis included descriptive graphs, analysis of variance, main components and hierarchical clusters. Through our results, we identified and selected two Conilon and seven Robusta accessions. The selected ‘clone heads’ were as follows: CONERB-01-Planta 13-14-17-20, CON-ETP-01-Planta 11, COF-01-Plantas 02 y 04, COF-02-Plantas 15 y 17, COF-04-Planta 18, COF-05-Planta 2, COF-06-Plantas 3-15-17, NP-4024-Planta 15 and NP-2024-Planta 10. The productive potential of the selected plants varied from 2.5 to 3.9 ton ha⁻¹. Finally, we found evidence of the existence of highly productive genotypes, that are adapted to the dry tropic and intensive crop management and irrigation.

Keywords: Phenotype, genotype, variability, genetic improvement, clone.



Recibido: 15 de enero de 2015

Aceptado: 13 de mayo de 2016

ESPAMCIENCIA 7(1): 23-35/2016

INTRODUCCIÓN

El Ecuador tiene una superficie de 256 370 km², según el Instituto de Estadística y Censos (INEC, s.f.). A la agricultura y ganadería se dedican 5,5 millones de hectáreas, de las cuales 1 460 000 ha corresponden a cultivos perennes; siendo Manabí, Guayas y Los Ríos las provincias que representan el 43,85 % del área agrícola nacional (INEC, 2014).

Entre los cultivos perennes se encuentra el café. Las especies de café cultivadas en el Ecuador son: arábica (*Coffea arabica* L.) y robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). La superficie cafetalera en producción, estimada en 2012, fue 149 411 ha, según el Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC, 2013). La producción nacional se estima en 500 000 sacos de 60 kg, volumen que no satisface la demanda de la industria de café soluble estimada en 1 200 000 sacos, ni de los exportadores de grano estimada en 800 000 sacos (Vera, 2015). A esta demanda se añade un consumo interno de 200 000 sacos, por tanto, el déficit se aproxima a 1 700 000 sacos de 60 kg.

La baja producción nacional de café, que es el problema central de la caficultura, tiene como causas: baja productividad (200 kg.ha⁻¹), reducción del área cultivada y prevalencia de cafetales viejos (Duicela, 2016). Esta compleja problemática motivó la formulación y ejecución del presente estudio en robusta.

El café robusta fue descubierto en África a fines del siglo XIX, en Guinea ecuatorial y El Congo, en 1900 se introdujo a Ceilán (hoy Sri Lanka) y en 1901 a Java, posteriormente se diseminó hacia otras zonas tropicales húmedas del mundo (Van der Vossen, 1985). Al Ecuador, el café robusta fue introducido por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), desde el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE-Costa Rica), entre 1951 y 1986, estableciéndose a nivel de colección en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP-INIAP), desde donde se diseminó hacia las zonas tropicales húmedas de la Costa y Amazonia (INIAP, 2012). En la década 1990, la empresa Nestlé introdujo germoplasma de robusta de distintos orígenes, en 2010 la empresa ELCAFÉ realizó introducciones de Vietnam, Indonesia, Uganda y Brasil; en 2006, el Programa PRONORTE introdujo café conilón de Brasil.

La especie *C. canephora* se clasifica en tres grupos: “congolensis”, “guinensis” y *Kouilou* (conilón), según Van der Vossen (1985). En Latinoamérica y en Ecuador, se cultiva café robusta de los tipos: congolensis (robusta) y conilón.

La propagación de robusta en Ecuador, hasta 1990, se realizaba usando plantas de semilla llamadas “lechuguines”. El café robusta como especie estrictamente alógama (Sreenivasan, 1985), al propagarse masivamente por semilla botánica generó una amplia diversidad genética, aún poco aprovechada en fitomejoramiento.

En la Estación Experimental Napo Payamino de INIAP, hoy Estación Experimental Central de la Amazonía, se seleccionaron los clones: NP-2024, NP-3072, NP-4024, NP-3013, NP-3018 y NP-3056 (Chiguano y Játiva, 1998). En la EETP-INIAP se seleccionaron: T-3752-6, T3564-2, T-3754-18, T-3753-13 y T-3581-4 (Romero, 1999).

Con estos antecedentes, el COFENAC y la empresa Dublinsa S.A., mediante convenio suscrito en junio 29 del 2007, plantearon realizar un estudio a partir de la recuperación de 32 accesiones de robusta, 17 del INIAP, 1 de FUNDAR, 1 de PRONORTE 1 y 13 de COFENAC. Estas accesiones se multiplicaron asexualmente y establecieron en un banco de germoplasma, dando inicio a un proceso de investigación que tenía como objetivo general: Seleccionar árboles “Cabezas de clon” de alto valor genético para impulsar la caficultura en el trópico seco del litoral ecuatoriano. “Valor genético” se define como la constitución genotípica o arreglo de los genes que posee un árbol élite o “cabeza de clon” en la perspectiva de formar poblaciones futuras llamadas clones mediante la multiplicación asexual.

Los objetivos específicos del estudio fueron: caracterizar morfológicamente las 32 accesiones de *C. canephora*, de los tipos congolensis y conilón y seleccionar los árboles “cabezas de clon” de alto valor genético con énfasis en la productividad, adaptados al trópico seco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de 2007 a 2012, en el Centro Experimental de Café Robusta ubicado en la Comunidad “Las Mercedes”, propiedad de Dublinsa, con una altitud de 40 m.s.n.m., dentro de la formación ecológica “Bosque muy seco tropical” siendo las coordenadas geográficas de referencia: 01°57'59”S y 80°07'42”W (COFENAC, 2012). La temperatura media oscila de 24 a 32°C y las lluvias de 800 a 1100 mm.año⁻¹ distribuidas de enero a abril (información proporcionada por Dublinsa). El suelo de estas localidades tropicales secas es de tipo arcilloso-gravilloso, seco, vértico y calcáreo (Mejía, 1997).

El banco de germoplasma se conformó de 32 accesiones con 20 cafetos cada una, organizados en dos hileras de 10 plantas a distanciamientos de 4x2 m, que equivale a 1 250 plantas.ha⁻¹; al café tipo conilón correspondían 7

accesiones y al tipo robusta 25 accesiones (Cuadro 1).
La investigación se realizó en dos etapas integradas: se-

leccion de accesiones y selección de árboles “cabezas de clon”.

Cuadro 1. Materiales genéticos evaluados en el banco de germoplasma de café robusta de “Isidro Ayora”, Guayas

Nº	Código	Institución responsable de la selección	Origen de la accesión	Tipo de café	Origen del germoplasma
1	BRASILIA 01	Fundación para el Desarrollo Rural (FUNDAR)	Finca	Robusta	Orellana-Ecuador
2	COF-LR 01	Consejo Cafetalero Nacional-Dublinsa	Finca	Robusta	Los Ríos-Ecuador
3	COF-O 01	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Orellana-Ecuador
4	COF-O 02	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Orellana-Ecuador
5	COF-O 03	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Orellana-Ecuador
6	COF-O 04	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Orellana-Ecuador
7	COF-O 05	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Orellana-Ecuador
8	COF-O 06	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Orellana-Ecuador
9	COF-O 07	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Orellana-Ecuador
10	CON-ERB 01	PROGRAMA PRONORTE	Colección	Conilón	Rondonia-Brasil
11	CON-ETP 01	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Conilón	Bahía-Brasil
12	CON-ETP 02	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Conilón	Bahía-Brasil
13	CON-ETP 03	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Conilón	Bahía-Brasil
14	CON-ETP 04	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Conilón	Bahía-Brasil
15	CON-ETP 05	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Conilón	Bahía-Brasil
16	CON-ETP 06	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Conilón	Bahía-Brasil
17	ETP-3564-2	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Robusta	Los Ríos-Ecuador
18	ETP-3752-6	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Robusta	Los Ríos-Ecuador
19	ETP-3753-13	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Robusta	Los Ríos-Ecuador
20	ETP-3756-14	INIAP- Estación Experimental Pichilingue	Colección	Robusta	Los Ríos-Ecuador
21	JO-P 01	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Sucumbíos-Ecuador
22	MA-N 01	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Napo-Ecuador
23	MA-N 02	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Napo-Ecuador
24	NP- 2024	INIAP- Estación Experimental Napo Payamino	Colección	Robusta	Orellana-Ecuador
25	NP-2044	INIAP- Estación Experimental Napo Payamino	Colección	Robusta	Orellana-Ecuador
26	NP-3013	INIAP- Estación Experimental Napo Payamino	Colección	Robusta	Orellana-Ecuador
27	NP-3018	INIAP- Estación Experimental Napo Payamino	Colección	Robusta	Orellana-Ecuador
28	NP-3056	INIAP- Estación Experimental Napo Payamino	Colección	Robusta	Orellana-Ecuador
29	NP-3072	INIAP- Estación Experimental Napo Payamino	Colección	Robusta	Orellana-Ecuador
30	NP-4024	INIAP- Estación Experimental Napo Payamino	Colección	Robusta	Orellana-Ecuador
31	RP-S 01	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Sucumbíos-Ecuador
32	RP-S 04	Consejo Cafetalero Nacional	Finca	Robusta	Sucumbíos-Ecuador

Fuente: COFENAC (2012)

Selección de accesiones

En esta etapa se evaluaron las características morfológicas y productivas de las 32 accesiones.

Características morfológicas

Las variables morfológicas fueron evaluadas a los 60 meses de edad:

Altura de planta (AP).- se midió con una regla métrica, en cm, desde el nivel del suelo hasta el ápice. La AP se con-

sideró como un criterio fundamental para la selección, donde se procuró identificar genotipos de porte bajo-medio, tomando como referencia $AP \leq$ media de medias.

Diámetro de tallo (DT).- se determinó usando un calibre de Vernier, en cm.

Diámetro de copa (DC).- se midió con una regla métrica, en cm.

Número de tallos por planta (NT).- se determinó por conteo.

Número de ramas por planta (NR).- se determinó por conteo.

Longitud de rama intermedia (LR).- en cm, usando una regla métrica.

Número de nudos por rama intermedia (NNP).- por conteo directo.

Distancia entrenudos (DEN).- se midió usando una regla métrica, en cm.

Características productivas

La producción de café cereza fue evaluada a partir del segundo año de edad, organizando los datos por año calendario. Toda la producción de segundo año se considera “cosecha año 1”, y así sucesivamente, hasta el quinto año que corresponde a “cosecha año 4”.

Producción de café cereza (PCC).- corresponde a la sumatoria anual de las recolecciones de frutos maduros. En un año calendario se realizaron entre seis y once recolecciones. Esta labor se realizó durante cuatro años consecutivos. PCC se expresó en g planta⁻¹.

$$CC = \sum \text{Peso de los frutos recolectados en el año} \quad (1)$$

La conversión de café cereza: café oro (CC:CO).- es un índice de transformación del peso del café cereza al peso de café pilado. Un genotipo para ser seleccionado debe tener $CC:CO \leq 5:1$ (si 500 libras de café cereza dan 100 libras de café pilado con el 12% de humedad, $CC:CO=5$). El criterio puede modificarse si hubiese otro atributo notable en la accesión.

$$CC:CO = \frac{\text{Peso de café cereza en unidades de referencia}}{\text{Peso de café pilado al 12\% de humedad}} \quad (2)$$

Producción de café oro (PCO).- es una variable calculada a partir de PCC, que se expresa en g.planta⁻¹, aplicando CC:CO específica de la accesión y multiplicando por el “coeficiente de ajuste de cosecha” 0.75 que reduce en 25% la producción por eventuales pérdidas en la recolección y beneficio.

$$PCO = \frac{PCC}{CC:CO} (0.75) \quad (3)$$

Rendimiento (REN).- es una variable calculada a partir de PCO y de la densidad poblacional 1250 cafetos.ha⁻¹ y se expresa en kg.ha⁻¹.

$$REN = \frac{PCO (\text{Densidad poblacional})}{1000} \quad (4)$$

La variable PCO se expresa en g.planta⁻¹, la densidad poblacional es número de cafetos.ha⁻¹, la división para

1000 posibilita la transformación de gramos a kilos. El rendimiento (REN) se consideró la variable experimental más importante para decidir la selección de accesiones. En la preselección se consideró, PCO o $REN \geq$ media de medias.

En la selección definitiva de “cabezas de clon” se aplicó el criterio.

$$REN \geq \bar{X} + 2S \quad (5)$$

Índice de frutos vanos (FV).- se evalúa introduciendo 100 cerezas maduras y sanas en un recipiente con agua y mediante conteo directo se determinó el % de frutos vanos o flotantes.

$$FV (\%) = \frac{\text{Número de frutos flotantes de la muestra}}{\text{Número de frutos total de la muestra}} \quad (6)$$

Las accesiones o árboles individuales con $FV > 5\%$, como promedio de tres pruebas, no se consideran de interés en la selección.

Peso de 100 frutos (P100F).- es una variable asociada al tamaño del fruto que se determina en una balanza gramera.

En las dos etapas del estudio, el análisis estadístico se realizó usando los programas Excel e InfoSTAT. Este proceso incluyó: cálculo de estadígrafos, análisis de varianza como diseño al azar con desigual número de observaciones, separación de medias de altura de planta (AP) y rendimiento (kg.ha⁻¹) con la prueba Tukey_{0,05} y “diagrama de cuatro celdas” considerando en el eje “X” PCO g.planta⁻¹ y en el eje “Y” variabilidad relativa (VR) de PCO (COFENAC, 2012).

La fórmula para calcular VR en cada accesión, fue:

$$VR (\%) = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{x}} (100) \quad (7)$$

Dónde: VR = variación relativa, $S_{\bar{x}}$ = Error estándar y \bar{x} = media

Selección de árboles “cabezas de clon”.- Con la aplicación de los criterios morfológicos y productivos: altura de planta, conversión de café cereza a café oro, porcentaje de frutos vanos y rendimiento se redujo el número de accesiones, identificándose un grupo como preselecciones. En éstas accesiones se hizo un análisis individual, aplicando los criterios de selección: AP, CC:CO, FV y REN e inmediatamente se amplió al estudio de las características sanitarias de los cafetos en el campo, características físicas del grano y atributos organolépticos e industriales del producto.

Características sanitarias

Se evaluó la presencia de roya y el vigor vegetal.

Síntomas de roya (*Hemileia vastatrix* Ber. & Br.).- en cada café se determinó la presencia (1) o ausencia (0) de síntomas de roya.

Mediante la relación entre plantas con roya y plantas evaluadas por accesión se calculó la incidencia de roya (IR), expresada en %.

Vigor vegetal.- esta variable se midió en escala ordinal 1-5, dónde:

1=planta raquítica con problemas nutricionales y sanitarios. Mal estado.

2=planta afectada por problemas sanitarios y nutricionales. Regular estado

3=planta con afectación moderada de problemas nutricionales y sanitarios.

4=planta con muy poca afectación en la sanidad y nutrición, buen estado.

5= planta en muy buen estado nutricional y sanitario.

Para la transformación a porcentaje se aplicó una regla de tres simple.

Características físicas del grano.

Se evaluaron los caracteres densidad y tamaño:

Densidad del grano (DG).- se determinó con base en la relación entre peso y volumen de grano, expresado en g.L^{-1} . Un genotipo para ser seleccionado debe tener $\text{DG} \geq 650 \text{ g.L}^{-1}$, criterio propuesto SICA.

Tamaño del grano (TG).- se determinó la proporción de grano retenido en el tamiz $6,0 \pm 0,08$ mm de diámetro (tamiz 15), mediante análisis granulométrico, según la norma NTE-INEN-ISO 4150 (INEN, 2011).

La característica de tamaño de grano grande no es requerida por la industria de café soluble.

Características organolépticas de la bebida

Los atributos de taza: fragancia, aroma, sabor y cuerpo fueron evaluados en el laboratorio de catación de la empresa Solubles Instantáneos, usando una escala ordinal (1-5), dónde: nivel bajo=1, medio bajo=2, medio=3, medio alto=4 y nivel alto =5.

Fragancia (Fr).- describe la impresión olfativa que emana el café tostado y molido, valorado en seco.

Aroma (Ar).- describe la impresión olfativa de las sustancias volátiles cuando se añade agua hirviendo y depende del contenido de lípidos, aldehídos, cetonas, ésteres e hidrocarburos.

Sabor (Sb).- es una impresión combinada de las sensaciones gustativas que el catador siente en la boca. En los robustas finos suelen encontrarse notas a frutas, nueces, especias y dulces.

Cuerpo (Cu).- es la sensación táctil de los sólidos solubles que se siente en la boca luego de degustar el café.

En todos los casos se buscó genotipos con atributos organolépticos $\geq 3,0$.

Características industriales

Los atributos industriales: pérdida de peso a la tostión y contenido de sólidos solubles, fueron evaluados por la empresa Solubles Instantáneos (SICA) en su laboratorio de calidad.

Pérdida de peso a la tostión (PPT) se evaluó como porcentaje relacionando la reducción de peso en el tostado y el peso del café oro.

Contenido de sólidos solubles (CSS) se expresa en % y se evalúa aplicando la Norma NTC 4602-1 (INCOTEC, 1999).

En pérdida de peso a la tostión se buscaban genotipos con $\text{PPT} < 20\%$ y en contenido de sólidos solubles $\text{CSS} > 22\%$.

Los análisis estadísticos, en esta etapa del estudio, se orientó a describir los árboles "cabezas de clon", el análisis de varianza para comparar los grupos robusta y conilón, el análisis de componentes principales (ACP) para identificar las relaciones entre variables y el análisis de conglomerados jerárquicos (ACJ) para determinar las semejanzas fenotípicas entre árboles, usando la distancia Euclídea como medida de similitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 32 accesiones de *C. canephora* de distinto origen, se agruparon en conilón ($n_1 = 7$) y robusta ($n_2 = 25$). En el cuadro 2, se describen las variables morfológicas y productivas de las 32 accesiones: altura de planta (AP) varió de 277 a 521 cm con media $352 \pm 7,5$ cm, diámetro de tallo (DT) de 5,3 a 8,5 cm y media de $6,46 \pm 0,13$ cm, diámetro de copa (DC) de 135 a 223 cm con media $193 \pm 3,83$ cm, número de tallos (NT) de 1 a 4, número de ramas (NR) de 73 a 274, longitud de rama intermedia (LRI) de 100 a 154 cm, número de nudos productivos por rama (NNP) de 15 a 30 y distancia entrenudos (DEN)

de 3,8 a 5,9 cm. La media de conversión de café cereza a café oro (CC:CO) 5,3±0,13, rendimiento (REN) 1572±90 kg ha⁻¹, P100F 154±5,5 g e índice de frutos vanos (FV) 2,1±0,25%. Las accesiones con índices CC:CO debajo de 5.3 fueron: COF 01, COF-02, COF 03, COF 04, COF 05, NP 4024, EET-3753-13, CON ETP 02, CON ETP 03, CON ETP 04, JO P-01, CONERB 01, MA-N 01, MA-N 02, ETP 3752-6, NP 2024, NP 2044, NP 3013 y NP 3018.

En las accesiones tipo conilón se encontraron plantas con síntomas de roya del cafeto, por tanto, había que evaluar individualmente, constituyéndose la ausencia de roya, en un criterio de selección. Los cafés robustas no mostraron

síntomas de la enfermedad foliar y en los de tipo conilón se encontró de 50 a 88% de incidencia.

Las accesiones de interés por altura de planta (AP) fueron: COF-O-06, CON-ERB-01, NP-3072, NP-3056, RP-S 04, NP-4024, NP-3013, NP-3018, NP-2044, NP-2024, COF-O-04, COF-LR 01, COF-O 02, COF-O-01, Brasilia 01, MA-N 02, COF-O-05, MA-N 01, CON-ETP-01 y COF-O-07. Las accesiones de interés por productividad (REN), fueron: CON-ERB 01, COF-O 03, COF-O 04, COF-O 06, COF-O 02, COF-O 05, NP-4024, JO-P 01, COF-O 01, COF-O 07, CON-ETP 04, CON-ETP 01, NP-2024, CON-ETP 05 y ETP-3753-13.

Cuadro 2. Características morfológicas, productivas y sanitarias de 32 accesiones de café robusta en el banco de germoplasma de “Isidro Ayora”, Guayas

Clones	Tipo	n	AP	DT	DC	NT	NR	LRI	NNP	DEN	CC:CO	P100F	FV	REN	VV	IR
Brasilia 1	R	17	341	6,2	212	1	103	140	20	5,1	6,3	148	3,5	1281	61	0
COF-LR 01	R	19	336	6,2	196	1	96	137	23	5,1	5,3	146	1,7	955	64	0
COF-O 01	R	18	338	6,3	193	2	96	149	21	5,0	5,0	134	1,9	1902	81	0
COF-O 02	R	17	337	6,6	154	1	102	141	23	5,0	4,5	127	1,4	2172	74	0
COF-O 03	R	17	521	8,5	203	1	102	146	15	5,9	4,8	200	1,6	2644	66	0
COF-O 04	R	17	334	6,5	144	2	87	144	22	5,0	4,5	131	1,6	2285	65	0
COF-O 05	R	18	343	6,8	171	1	102	148	20	4,9	4,5	128	1,7	2089	62	0
COF-O 06	R	18	277	5,9	178	1	99	146	30	5,1	5,4	211	2,6	2211	89	0
COF-O 07	R	20	351	6,8	204	2	110	129	22	5,0	5,3	203	2,1	1730	70	0
CON-ERB 01	C	18	299	5,3	135	4	274	100	25	4,4	4,8	131	1,8	2863	78	61
CON-ETP 01	C	17	347	5,9	205	2	93	136	30	5,1	5,5	119	4,7	1701	68	88
CON-ETP 02	C	19	407	7,7	223	1	96	146	19	5,3	4,9	145	1,7	897	64	47
CON-ETP 03	C	20	377	6,4	195	2	112	145	19	5,4	5,2	114	2,8	1279	77	55
CON-ETP 04	C	17	357	6,2	205	2	111	137	23	5,0	4,7	157	2,4	1705	80	53
CON-ETP 05	C	12	354	6,2	205	1	105	142	28	5,0	5,5	131	1,2	1588	80	50
CON-ETP 06	C	11	356	6,1	208	2	112	131	23	5,1	5,7	140	1,5	1367	80	73
ETP-3564-2	R	19	391	7,5	214	1	99	151	23	5,1	5,5	138	2,0	1381	80	0
ETP-3752-6	R	17	373	6,5	206	1	105	144	19	5,1	4,9	174	3,1	1511	79	0
ETP-3753-13	R	20	377	6,8	208	1	108	139	22	5,1	4,6	168	2,4	1580	80	0
ETP-3756-14	R	18	395	7,0	209	1	102	134	22	5,0	6,2	142	1,9	1014	61	0
JO-P 01	R	18	395	7,4	219	2	90	137	18	5,0	4,7	163	1,6	1951	60	0
MA-N 01	R	20	346	6,1	199	2	109	138	26	4,9	4,8	135	2,5	1548	72	0
MA-N 02	R	15	343	6,2	204	2	104	133	19	4,9	5,2	149	1,5	1076	64	0
NP-2024	R	18	332	6,3	199	2	134	130	19	3,8	5,1	140	1,9	1640	97	0
NP-2044	R	20	332	6,1	168	1	118	144	22	4,0	5,1	121	1,8	1149	80	0
NP-3013	R	17	326	5,6	192	2	93	141	22	5,1	5,2	165	2,2	1181	80	0
NP-3018	R	20	329	6,4	191	1	105	134	23	5,1	5,2	125	2,5	1203	63	0
NP-3056	R	19	318	5,7	188	1	73	145	20	5,1	6,1	158	2,0	897	60	0
NP-3072	R	16	307	5,6	185	2	74	154	19	5,1	5,7	159	2,1	1072	66	0
NP-4024	R	20	325	5,9	157	2	126	116	20	4,2	4,5	165	2,0	2013	64	0
RP-S 01	R	20	382	8,0	207	1	99	149	24	5,4	7,6	202	3,5	1280	60	0
RP-S 04	R	20	324	6,2	205	1	86	144	22	5,4	7,3	250	1,6	1124	60	0
Media			352	6,46	193	2	107	139	22	5	5,30	154	2,1	1572	71	13
Desviación estándar			42	0,71	22	0	33	10	3	0,4	0,75	31	0,7	507	10	26
Error estándar			7,50	0,13	3,83	0,07	5,84	1,83	0,58	0,07	0,13	5,5	0,13	90	1,7	4,7
Intervalo de confianza p=0,05			14,7	0,25	7,5	0,14	11,46	3,6	1,1	0,14	0,26	10,7	0,25	176	3,4	9,2

Nota: n= plantas, AP=altura de planta (cm), DT=diámetro de tallo (cm), DC=diámetro de copa (cm), NT=número de tallos por planta, NR=Número de ramas por planta, LRI=longitud de la rama intermedia, NNP=número de nudos productivos por rama, DEN=distancia entrenudos (cm), PCO=producción de café oro al 12% de humedad (g.planta⁻¹), FV=frutos vanos (%), P100F=peso de 100 frutos maduros (g), REN=rendimiento promedio de cuatro años de cosecha (kg.ha⁻¹), VV= vigor vegetal (%) e IR=incidencia de roya (%).

Analizando la producción de café cereza (PCC) durante los cuatro años, se evidenció un incremento progresivo desde 2 538 g.planta⁻¹ en el año 1, a 10 005 g.planta⁻¹ en el año 2, 11 190 g.planta⁻¹ en año 3, hasta 18 368 g.planta⁻¹

en el año 4 (Gráfico 1). Este incremento progresivo de la producción sugiere que resulta apropiado usar el promedio de cuatro años de cosecha, en la selección de genotipos, como una expresión del factor genético.

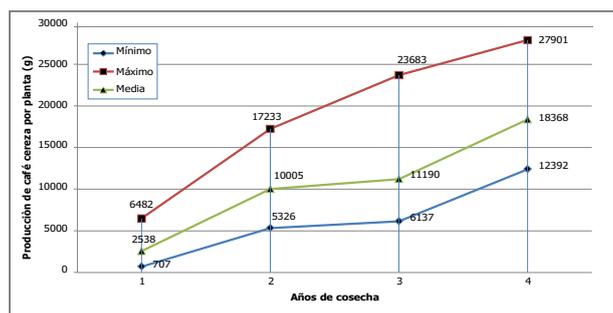


Gráfico 1. Evolución de los promedios de producción de café cereza durante cuatro años consecutivos.

En Costa de Marfil, la media de rendimiento en clones de café robusta fue 2 t.ha⁻¹ (Montagnon *et al.*, 2002), mientras que en el presente estudio, los promedios las

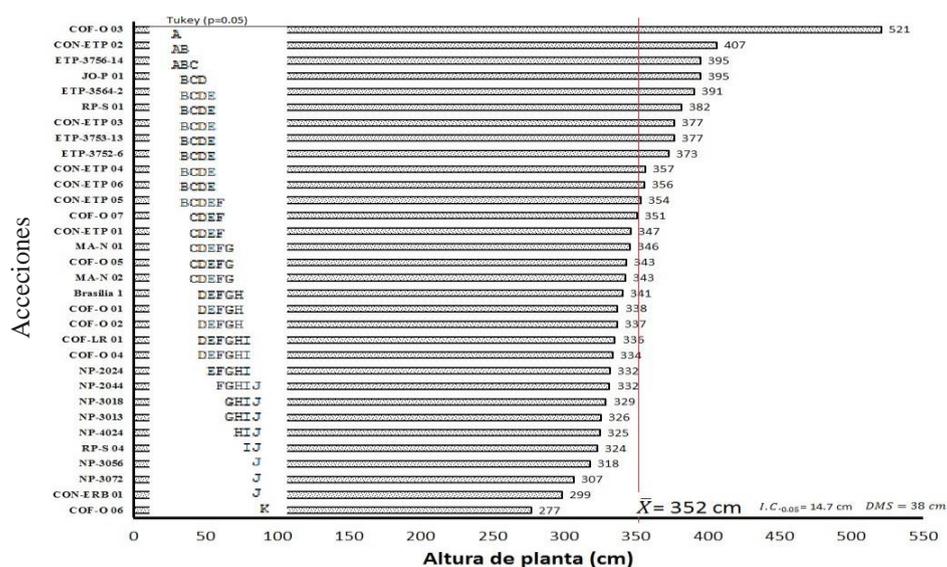
acciones variaron de 1,64 a 2,86 t.ha⁻¹, lo cual es un indicativo del alto potencial productivo del germoplasma de café robusta ecuatoriano.

El análisis de varianza permitió determinar diferencias significativas ($p < 0,001$) entre accesiones para las variables morfológicas y productivas (Cuadro 3). En el referido cuadro se expone, además de los cuadrados medios, los coeficientes de variación del error, la probabilidad y la diferencia mínima significativa (DMS). En los gráficos 2 y 3 se puede observar el comportamiento de las accesiones, en AP y REN, así como los rangos de Tukey 0,05. Es notorio que las accesiones COF 06 y CONERB-01 tienden a presentar menor AP (Gráfico 2), así como, en REN, donde CON ERB-01 está en el rango A, seguido de COF-03 en el rango AB. Como se busca seleccionar poblaciones de porte bajo-mediano, se excluyó COF-03.

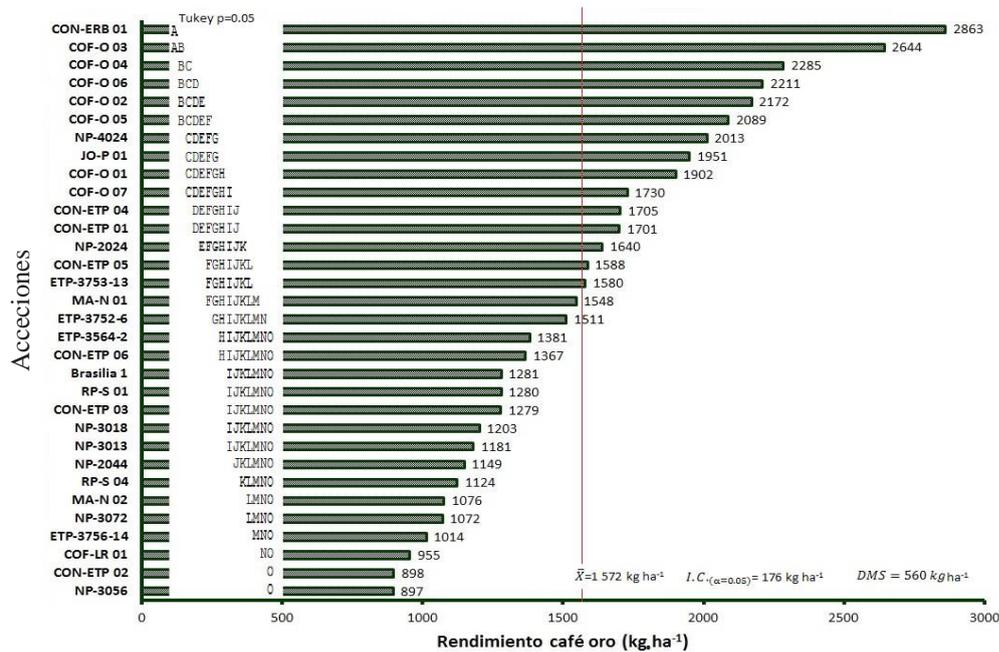
Cuadro 3. Medias \pm errores estándar, cuadrados medios, coeficientes de variación del error, probabilidad y diferencia mínima significativa (DMS) de las variables morfológicas y productivas de 32 accesiones de café robusta en el banco de germoplasma “Isidro Ayora”, Guayas.

Variables	Media \pm error estándar	Cuadrados medios	Cuadrados medios del error	Coefficientes de variación (%)	p	DMS
AP (cm)	352 \pm 7.5	31 819	870	8.4	<0.0001	38.0
DT (cm)	6.5 \pm 0.12	9.06	0.37	9.35	<0.0001	0.78
DC (cm)	195 \pm 3.61	84.17	234.5	7.94	<0.0001	19.60
NTP	2 \pm 0.07	3.08	0.28	35.0	<0.0001	0.70
NRP	107 \pm 5.9	19705	959	28.9	<0.0001	39.60
LR (cm)	139 \pm 1.84	1959	122	7.96	<0.0001	14.16
NNP	15 \pm 0.6	184	12	15.9	<0.0001	4.44
DEN (cm)	8.2 \pm 0.07	3.10	0.13	7.24	<0.0001	0.46
FV (%)	2.2 \pm 0.2	9.23	0.75	40.0	<0.0001	1.10
P100F (g)	1.56 \pm 5.6	18 159	174.5	8.6	<0.0001	16.90
REN (kg ha-1)	1 561 \pm 27	4 609 511	191.5	27.9	<0.0001	560

Nota: AP=altura de planta, DT=diámetro de tallo, DC=diámetro de copa, NT=número de tallos, NRP=número de ramas productivas, LRI=longitud de rama intermedia, NNP=número de nudos productivos, DEN=distancia entrenudos, FV=porcentaje de frutos vanos, P100F=peso de 100 frutos, REN=rendimiento.



Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).
Gráfico 2. Altura de planta de 32 accesiones de café robusta en el banco de germoplasma y significación estadística mediante la prueba de Tukey 0,05.



Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Gráfico 3. Rendimiento de 32 accesiones de café robusta en el banco de germoplasma y significación estadística mediante la prueba de Tukey 0,05.

Mediante el diagrama de cuatro celdas (Gráfico 4), se identificaron las accesiones caracterizados por “alta producción y estables”, ubicadas en el “cuadrante inferior derecho”: COF-03, ETP-3753-13 y JO-P-01 (porte alto); COF-01, NP-2024, COF-02, COF-07, COF-04, COF-05 y COF-04 (porte mediano); COF-06, NP-4024 y CON-

ERB-01 (porte bajo). En el proceso de selección no se consideraron apropiados los materiales de porte alto: COF-03, JO-P-01 y ETP-3753-3. En el diagrama de cuatro celdas, la referencia para seleccionar por productividad fue $REN \geq 1572 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, que es la media de medias de esta variable productiva.

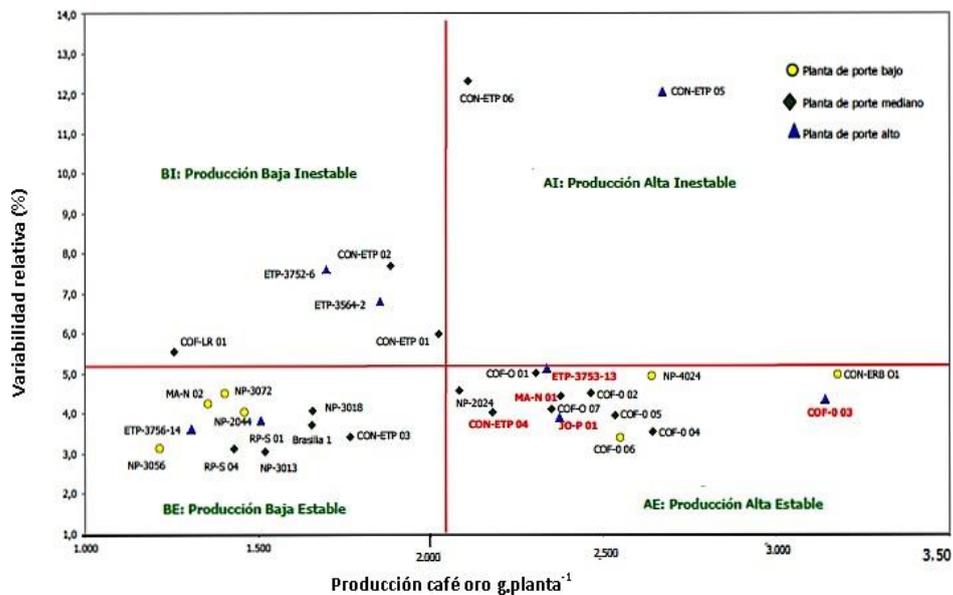


Gráfico 4. Selección de genotipos de *C. canephora* por la variable producción usando el diagrama de cuatro celdas.

En café conilón, variedad Vitória INCAPER 8142, además de productividad, según informan Contarato *et al.* (2010), evaluaron las variables: altura de planta, tasa de emisión de ramas plagiotrópicas y contenidos de materia seca del tallo, raíz, parte aérea y total. En el estudio no fueron evaluados los contenidos de materia seca, sugiriendo se incluyan en futuros ensayos.

Plaza *et al.* (2015), evaluando los materiales genéticos de café robusta del mismo origen, en la ETP-INIAP, determinaron como variables discriminantes: número total de ramas, número de ramas productivas, producción de café cereza, longitud de rama productiva y distancia entrenudos. Los referidos autores, en su caracterización

morfológica no tomaron en cuenta la altura de planta (AP) como criterio de selección, que en el presente estudio se dio énfasis, considerando que las poblaciones de porte bajo-medio posibilitan cultivar en altas densidades, por tanto, habría perspectivas ciertas de incrementar la productividad.

En la segunda etapa de la investigación, en un grupo de nueve accesiones, se procedió a valorar las características morfológicas y productivas individualmente por cafeto, ampliando también las evaluaciones de las características físicas del grano y organolépticas de la bebida, así como, los atributos industriales, cuyos estadígrafos se indican en el cuadro 4.

Cuadro 4. Estadígrafos de las características morfológicas, productivas, organolépticas e industriales de los árboles “cabezas de clon” seleccionados en el Centro experimental de Café Robusta-Dublinsa

Cabezas de Clon	AP	DT	D	NT	NR	LRI	NNP	DEN	PCO	REN	P100F	DG	TG	Fr	Ar	Cu	Sb	PPT	CSS
CON-ERB 01-P20	340	5	150	4	300	85	25	5	3 155	3 943	130	785	60	4,1	4,0	4,0	3,9	19	26
CON-ERB 01-P17	280	6	135	5	448	110	25	4	2 832	3 540	119	785	60	4,1	4,0	4,0	3,9	19	26
CON-ERB 01-P13	300	5	145	4	286	135	24	5	2 638	3 297	128	785	60	4,1	4,0	4,0	3,9	19	26
CON-ERB 01-P14	340	7	160	4	376	105	26	4	2 510	3 137	127	785	60	4,1	4,0	4,0	3,9	19	26
COF-O 02-P17	330	7	165	2	140	125	25	5	2 443	3 054	129	766	80	4,0	4,1	4,3	4,1	19	27
COF-O 02-P15	335	7	145	2	172	160	24	5	2 404	3 006	125	766	80	4,0	4,1	4,3	4,1	19	27
COF-O 04-P18	350	6	145	2	152	145	22	5	2 317	2 896	123	752	77	4,0	4,0	4,2	4,0	19	25
CON-ETP 01-P11	365	6	200	3	116	130	30	5	2 268	2 835	126	742	67	4,0	4,0	4,0	4,0	17	25
COF-O 05-P02	375	6	175	2	188	165	20	5	2 246	2 807	128	750	79	3,8	4,0	4,3	3,9	19	25
COF-O 06-P17	290	6	200	1	130	155	25	5	2 210	2 762	220	750	96	3,5	3,5	3,7	3,5	18	24
COF-O 06-P15	290	6	160	2	160	145	25	5	2 187	2 734	209	750	96	3,5	3,5	3,7	3,5	18	24
NP-4024-P15	365	7	150	1	110	100	18	6	2 153	2 691	165	769	94	3,7	4,0	4,0	4,1	17	28
COF-O 01-P02	320	6	195	2	100	140	24	5	2 137	2 671	136	789	64	4,1	4,3	4,1	4,1	18	24
COF-O 01-P04	300	6	200	2	110	150	26	5	2 133	2 667	128	789	64	4,1	4,3	4,1	4,1	18	24
COF-O 06-P03	290	6	170	1	110	150	32	5	2 057	2 571	205	750	96	3,5	3,5	3,7	3,5	18	24
NP-2024-P10	350	8	155	2	128	125	20	3	2 000	2 501	150	767	88	3,7	3,6	3,7	3,7	17	27
Media	326	6	166	2	189	133	24	5	2 355	2944	147	768	76	3,9	3,9	4,0	3,9	18	25
Desviación estándar	31,1	0,6	22	1,2	105,8	23,1	3,5	0,7	306	382	34,1	16,9	14,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,7	1,4
Error estándar	7,8	0,2	5	0,3	26,4	5,8	0,9	0,2	76,5	95,6	8,5	4,2	3,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Intervalo de confianza (p=0,05)	15	0,3	11	0,6	52	11	1,7	0,3	150	187	17	8,3	7,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,7

Nota: AP=altura de planta (cm), DT=diámetro de tallo (cm), DC=diámetro de copa (cm), NT=número de tallos por planta, NR=Número de ramas por planta, LRI=longitud de la rama intermedia, NNP=número de nudos productivos por rama, DEN=distancia entrenudos (cm), PCO=producción de café oro al 12% de humedad (g.planta⁻¹), REN=rendimiento promedio de cuatro años de cosecha (kg.ha⁻¹), FV=frutos vanos (%), P100F=peso de 100 frutos maduros (g), DG=densidad de grano (g.L⁻¹), tamaño de grano 6±0,08 mm (%), Fr=fragancia (1-5), Ar= aroma (1-5), Cu=cuerpo (1-5), Sb=sabor (1-5), PPT= pérdida de peso a la tostión (%) y CSS= contenido de sólidos solubles (%).

La media de altura de planta (AP) fue 326 cm, DT 6 cm, DC 166 cm, NT 2, NR 189, LRI 133 cm, NNP 24, DEN 5 cm, PCO 2 355 g.planta⁻¹, REN 2 955 kg.ha⁻¹, P100F 147 g, DG 768 g.L⁻¹, TG≥6±0.08 mm de diámetro 76%, la fragancia, aroma y cuerpo fue 3,9 en la escala 1-5, y el sabor fue 4,0, en la referida escala ordinal. La pérdida de peso a la tostión fue 18% y el contenido de sólidos solubles 25%. Estos rasgos fenotípicos con el añadido de tolerancia a la roya del cafeto, configuran genotipos con una fuerte aproximación al “ideotipo” definido para seleccionar clones de café robusta. El 91% de las plantas, esto es 521 cafetos presentaron niveles de productividad debajo 2586 kg.ha⁻¹, es decir solo el 9% de cafetos tenía promedios mayores que la “media+2 desviaciones estándar”.

En el cuadro 5, se indican los resultados del análisis de varianza donde se comparan los grupos robusta y conilón, determinándose lo siguiente: La altura de planta (AP) promedio de los árboles “cabezas de clon” fue 326 cm, siendo robusta (R) y conilón (C) estadísticamente iguales. La media DT fue 6 cm, robusta y conilón resultaron estadísticamente iguales, lo mismo ocurrió con DC cuya media fue 166 cm. El promedio de número de tallos (NT) fue 2, donde conilón resultó estadísticamente superior a robusta e igual ocurrió con el número de ramas (NR) con una media de 189. El promedio de longitud de la rama intermedio (LRI) fue 133 cm y robusta fue estadísticamente superior a conilón. En número de nudos (NNP) y distancia entre nudos (DEN), robusta fue

igual al conilón, con medias de 24 nudos y 5 cm, respectivamente. El PCO y REN que son variables equivalentes, tuvieron una media de 2 355 g.planta⁻¹ y 2 944 kg.ha⁻¹ y el conilón superó estadísticamente al tipo robusta. En P100F, el promedio fue 147 g, no habiendo diferencias estadísticas entre los grupos comparados. En densidad del grano (DG) promedio fue 768 g.L⁻¹, donde conilón fue estadísticamente mejor que el robusta. En tamaño de grano (TG) robusta superó estadísticamente al conilón, siendo la media 76% de granos $\geq 6 \pm 0,08$ mm. El café co-

nilón registró mayor porcentaje de pérdida en la tostión. Los grupos robusta y conilón, tuvieron contenidos de sólidos solubles estadísticamente iguales.

Lopes *et al.*, (2015), con base en un estudio en Minas Gerais, Brasil, indican que existió variabilidad genética en las poblaciones de robusta y conilón e informan que las ganancias en productividad, en clones selectos de conilón y robusta, fueron 21,6 y 20,7%, respectivamente.

Cuadro 5. Medias, cuadrados medios, coeficiente de variación del error, probabilidad, diferencia mínima significativa y significación estadística de los grupos robusta (R) y conilón (C) en “Isidro Ayora, Guayas.

Variables	Media \pm error estándar	Cuadrado medio	Cuadrado medio del error	Coeficiente de variación (%)	p	DMS	S,E, Tukey 0,05
AP	326 \pm 7,8	675	986	9,6	0,42	37	R=C
DT	6 \pm 0,2	1,33	0,55	11,8	0,14	0,85	R=C
DC	166 \pm 5,6	1 752	403	12,1	0,056	23,1	R=C
NT	2 \pm 0,3	17,5	0,32	23,0	0,0001	0,65	R<C
NR	189 \pm 26,4	142 354	1 821	22,6	0,0001	49	R<C
LRI	133 \pm 5,8	3 088	350,7	14,1	0,01	22	R>C
NNP	24 \pm 0,9	1,69	12,9	14,7	0,72	4,1	R=C
DEN	5 \pm 0,2	0,52	0,42	13,5	0,28	0,75	R=C
PCO	2 355 \pm 77	977 552	30 487	7,4	0,0001	201	R<C
REN	2 944 \pm 96	1 525 107	47 623	7,4	0,0001	251	R<C
P100F	147 \pm 9	2 296	1 077	22,4	0,16	38	R=C
DG	768 \pm 4,2	1 633	188	1,8	0,011	15,8	R<C
TG	76,0 \pm 3,6	1 419	120	14,4	0,004	12,6	R>C
PPT (%)	18,0 \pm 0,18	2,52	0,49	3,8	0,04	0,81	R<C
CSS (%)	25 \pm 0,34	1,33	1,76	5,2	0,4	1,53	R=C

Nota: AP=altura de planta (cm), DT=diámetro de tallo (cm), DC=diámetro de copa (cm), NT=número de tallos por planta, NR=Número de ramas por planta, LRI=longitud de la rama intermedia, NNP=número de nudos productivos por rama, DEN=distancia entrenudos (cm). PCO=producción de café oro al 12% de humedad (g.planta⁻¹), REN=rendimiento promedio de cuatro años de cosecha (kg.ha⁻¹), FV=frutos vanos (%), P100F=peso de 100 frutos maduros (g), DG=densidad de grano (g.L⁻¹), tamaño de grano $6 \pm 0,08$ mm (%), PPT= pérdida de peso a la tostión (%) y CSS= contenido de sólidos solubles (%).

El análisis de componentes principales para el conjunto de 15 variables morfológicas, productivas e industriales en los árboles “cabezas de clon”, se valoran en el gráfico 5, donde el Componente principal 1 explica el 39,4% de la variación y el componente 2 explicando 18,8% de la

variación. Fenotípicamente, las plantas de CONERB estas relacionadas, al igual que las plantas de COF 06. NP 4024, COF-05, CON ETP 01 conforman otro grupo, NP 2014 tiende a ser diferenciado. COF 01, COF 02 y COF 04 también tienden a relacionarse.

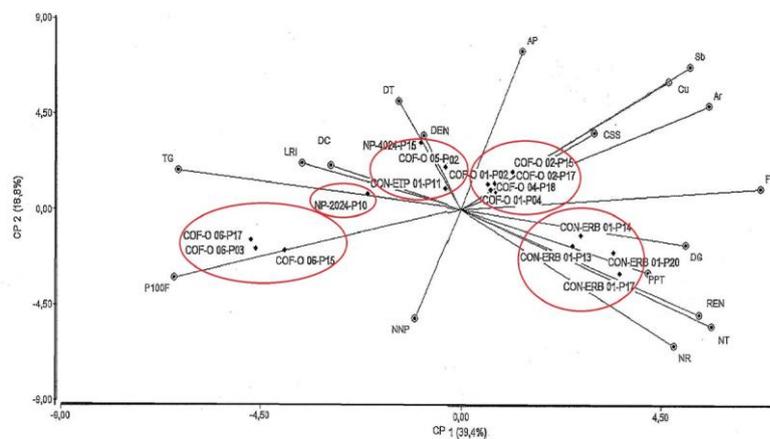


Gráfico 5. Componentes principales de los árboles “Cabezas de clon”

Gonçalves *et al.* (2008), señalan que las características de menor contribución a la divergencia genética, en estudios realizados en Brasil, fueron: diámetro de la copa y altura de la planta, por tanto, pueden descartarse en estudios de diversidad genética. En el presente estudio, la altura de planta tuvo alta variación, identificándose COF-06 como genotipo de porte bajo y COF-03 de porte muy alto. En Espírito Santo, Brasil, en un estudio de 40 genotipos de robusta se encontró alta variabilidad en productividad y la mayoría de características fenotípicas, lo cual indica altas probabilidades de éxito en programas de mejoramiento (Gava *et al.*, 2008). Según Thomazini *et al.* (2011), los estudios de café deben realizarse para descubrir nuevas tecnologías o mejorarlas, respaldados en la calidad organoléptica.

En el dendrograma que representa el análisis de conglomerados jerárquicos (ACJ) se observa que los árboles de CONERB-01 resultan fenotípicamente similares, así como COF 06, los árboles NP 2024 y NP 4024 resultaron similares. El CON ETP P11 tiende a ser diferenciado de los otros conglomerados. Los árboles P02 y P04 de COF 01 resultaron similares fenotípicamente. Los árboles de COF 02, COF 04 y COF 05 tienden a aproximarse fenotípicamente (Gráfico 6).

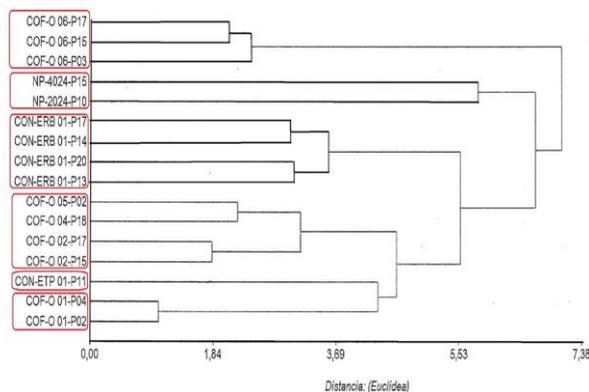


Gráfico 6. Similitud fenotípica de los árboles “Cabeza de clon” seleccionados

En la Estación Pichilingue-INIAP, una zona tropical húmeda, usando genotipos del mismo origen, seleccionaron como “Cabezas de clon” los árboles: COF-03 plantas 07, 08, 15 y 18; COF-04 plantas 09 y 15, COF-05 plantas 15 y 16; NP-2024 plantas 17; NP-3018 planta 08 y

COF-001 plantas 10 y 15 (Plaza *et al.*, 2015). Estos clones, además de tener adecuadas características agronómicas, poseen tolerancia a plagas y enfermedades (Plaza *et al.*, 2015). En el Estado de Acre, Brasil, los cafés robusta y conilón fueron diferentes en altura de planta ($p < 0.05$) pero en productividad resultaron estadísticamente iguales, además, señalan que el café conilón presenta cierta tolerancia a la sequía (Bergo *et al.*, 2008).

Los genotipos superiores y más divergentes contribuyen a definir poblaciones básicas para posteriores selecciones y formación de híbridos (Gonçalves *et al.*, 2008). En este mismo sentido, Lopes *et al.* (2015) señalan que los clones de café robusta seleccionados pueden ser utilizados como progenitores en programas de hibridación intra e interpoblacional. En Costa de Marfil, los híbridos de robusta produjeron 3,4 t.ha⁻¹ y los clones 2 t.ha⁻¹ (Montagnon *et al.*, 2015). En esta perspectiva, además de la propagación clonal, la formación de híbridos constituye una alternativa para reactivar la caficultura ecuatoriana. Cabe destacar que la embiogénesis somática (técnica de cultivo *in vitro*) y la modificación genética han abierto nuevas perspectivas para el mejoramiento del café y la propagación masiva (Montagnon *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

Nueve de las 32 accesiones de *C. canephora* resultaron fenotípicamente promisorias, dos corresponden al grupo conilón-CONERB-01 y CON-ETP-01- y siete al grupo Robusta-COF-01, COF-02, COF-04, COF-05, COF-06, NP-4024 y NP-2024.

Los árboles seleccionados como “Cabezas de clon” fueron: CONERB-01-Planta 13-14-17-20, CON-ETP-01-Planta 11, COF-01-Plantas 02 y 04, COF-02-Plantas 15 y 17, COF-04-Planta 18, COF-05-Planta 2, COF-06-Plantas 3-15-17, NP-4024-Planta 15 y NP-2024-Planta 10. Los 16 árboles selectos entre 572 árboles en evaluación equivalen a una presión de selección del 2,8%.

El potencial productivo de los árboles selectos varía de 2,5 t a 3,9 t.ha⁻¹, en densidades de 1 250 plantas.ha⁻¹ y poseen apropiadas características morfológicas, organolépticas e industriales con el añadido de tolerancia a la roya del cafeto.

LITERATURA CITADA

- Bergo, C., Pereira, R. y Sales, F. 2008. Avaliação de genótipos de cafeeiros Arabica e Robusta no Estado do Acre. *Ciência e Agrotecnologia*. 32(1): 11-16.
- Chiguano, C. y Játiva, M. 1998. Plantaciones clonales de café robusta en sistemas agroforestales para la amazonia ecuatoriana. INIAP. Francisco de Orellana, Ecuador. p 64.
- COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional). 2012. Mejoramiento genético y desarrollo de tecnologías para la producción de café robusta en el trópico seco del litoral ecuatoriano; Informe Técnico 2007-2012. COFENAC-DUBLINSA. Portoviejo, Ecuador. p 179.
- COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional). 2013. Situación del sector cafetalero ecuatoriano. COFENAC. Portoviejo, Ecuador. p 65.
- Contarato, C., Sobreira, F., Tomaz, M., Jesus Junior, W., Fonseca, A. y Ferrão, M. 2010. Avaliação do desenvolvimento inicial de clones de café Conilon (*Coffea canephora*). *Scientia Agraria*, Curitiba. 11(1): 65-71.
- Duicela, L. 2016. Investigación y desarrollo cafetalero en el Ecuador: Situación actual y perspectivas. En VII Congreso Latinoamericano de Agronomía. Guayaquil, Ecuador. p 9-19.
- Gava, R., Cruz, C., Ferreira, A., Cecon, P., Ferrão, M., da Fonseca, A., de Souza Carneiro, P. y Flores da Silva, M. 2008. Parâmetros genéticos em café Conilon. *Pesquisa agropecuária brasileira*. 43(1):1-9.
- Gonçalves, M., Fazuoli, L.C., Baião de Oliveira, A., Boller Gallo, P., Mistro, J.C. Silvarolla, M.B. y Tomabraghini, M. 2008. Divergência genética entre progênies de café robusta. *Bragantia* 67(4). Consultado el 15 de octubre de 2015. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052008000400003&script=sci_arttext
- INCOTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación). 1999. Determinación del rendimiento de la extracción y de los sólidos solubles en la bebida de café. Parte 1. Método por goteo directo. Norma Técnica Colombiana NTC 4602-1. Bogotá, Colombia. p 6.
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2011. Análisis de granulometría. Tamizado manual. Café verde. NTE-ENEN-ISO 4150:2011. Quito, Ecuador. p 6.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2014. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. ESPAC-ENEN. Consultado el 15 de octubre de 2015. Disponible en: [file:///C:/Users/Pc/Desktop/2.%20Presentacion_ESPAC_2014%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pc/Desktop/2.%20Presentacion_ESPAC_2014%20(1).pdf)
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). s.f. Población, superficie, densidad poblacional a nivel parroquial. Quito, Ecuador. Consultado el 21 de junio de 2016. Disponible en: https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=XFhpV6HsE6av8wfEsIGwBg#q=superficie+de+las+provincias+del+ecuador+inec
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2012. Mejoramiento genético del café: Experiencias en el Ecuador. Consultado el 5 de noviembre de 2014. Disponible en: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Mejora_Gen%C3%A9tica_caf%C3%A9_experiencias_Ecuador%20\(1\).pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Mejora_Gen%C3%A9tica_caf%C3%A9_experiencias_Ecuador%20(1).pdf)
- Lopes, F., Costa, J., Cupertino, F., Toledo, L. y Vitoriano Pereira, V. 2015. Seleção de clones de café robusta com potencial produtivo para a zona da Mata Mineira. *Coffee Science*, Lavras. 10(4): 464-474.
- Mejía, L. 1997. Suelos del Ecuador: Reconocimiento general en base a su capacidad-fertilidad y mapa general de clasificación por capacidad-fertilidad. Quito, Ecuador. p 57.
- Montagnon, C., Leroy, T., Bertrand, B., Charmetant, P. y Dufour M. 2002. Résultats récents pour l'amélioration génétique du caféier. CIRAD. Recherche et caféiculture. Montpellier, Francia. p 11.

- Montagnon, C., Leroy, T., Bertrand, B., Charmetant, P. y Dufour, M. 2015. Résultats récents pour l'amélioration génétique du caféier. Plantations, recherche, développement. Consulta de Abril 14 del 2016. Disponible en: <http://www.cirad.fr/en/content/download/3706/29599/version/1/file/art-select.pdf>.
- Plaza, F., Loor, R., Guerrero, H., y Duicela, L. 2015. Caracterización fenotípica del germoplasma de Coffea canephora Pierre base para su mejoramiento en Ecuador. ESPAMCIENCIA. 6(1):7-13.
- Romero, F. 1999. Fuentes de resistencia al nematodo agallador Meloidogyne incógnita, en 15 clones de café robusta (Coffea canephora Pierre). Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Babahoyo, Ecuador. p 1-5.
- Sreenivasan, M. 1985. Cyto-embryological studies of coffee hybrids. En Colloque Scientifique International sur le Café. Lomé (Togo). p. 11-15. Consultado el 21 de junio de 2016. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CAFE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=004495>
- Thomazini, A., Tomaz, M.A., Deleon Martins, L., Nunez, W. 2011. Abordagem sobre qualidade da bebida no café conilon. Centro científico Conhecer-Goiâni. 7(12):1-16.
- Van der Vossen, H. 1985. Coffee selection and breeding. In: Clifford, M. and Willson, K. (Ed.). Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage (p. 48-96). Connecticut, US. The AVI Publishing Company.
- Vera, J. 2015. Diagnóstico del sector cafetalero. Seminario Internacional del Café. Junio 16 y 17 del 2015. AGEAPLE. Guayaquil, Ecuador. PPT, 45 diapositivas.