

VARIETADES DE CAFÉ (*Coffea arabica*), UNA REVISIÓN Y ALGUNAS EXPERIENCIAS EN EL PERÚ

Coffee varieties (*Coffea arabica*), a review and some experiences in Perú

Alberto Julca-Otiniano¹, Leonel Alvarado-Huamán², Ricardo Borjas-Ventura³, Viviana Castro-Cepero⁴, Fabiola León Rojas⁵, Deyna Valderrama Palacios⁶, Segundo Bello Amez⁷

RESUMEN

El Perú, cuenta con más de 425 000 ha cultivadas de café, distribuidas entre más de 25 variedades comerciales. Lamentablemente, estas fueron introducidas casi siempre de manera informal; pero en los últimos años, esta situación parece cambiar. Nuestro país, no cuenta con una entidad dedicada a desarrollar variedades mejoradas de café. Por eso, la importancia de introducir variedades mejoradas a nuestro país; pero de manera ordenada y siguiendo los protocolos establecidos por las entidades oficiales. Este documento tiene como objetivo presentar una revisión sobre las características de estas variedades y algunas experiencias de su comportamiento en nuestro país, información importante para una especie introducida que se cultiva hace más de 100 años en la selva peruana. En el germoplasma colectado en nuestro país ("germoplasma peruano"), se encontraron variedades con rendimiento mayores al promedio nacional, con incidencia baja de roya y con puntajes en taza iguales o mayores a los 80 puntos. Destacan los genotipos pertenecientes al grupo de los Catimores, como la UNACAF-90, UNACAF-135. En los próximos años, se espera tener información disponible en nuestro país, del comportamiento de las 35 variedades como Ruiru, Paraíso, Kartila 1, Batian, Andungsari, Catiga MG2, USDA 762, que vienen siendo evaluadas en el marco del ensayo mundial de variedades, ejecutada por WCR y que en nuestro país coordina la JNC. De igual manera de las 46 variedades introducidas en el 2021 por el INIA desde el CATIE de Costa Rica y que se encuentran bajo cuarentena en la EE Pichanaki en la selva central, para su posterior evaluación en el campo.

Palabras clave: café, cultivares, introducción de variedades, Catimores, Sarchimores.

ABSTRACT

Peru has more than 425,000 hectares of coffee, distributed among more than 25 commercial varieties. Unfortunately, these were almost always introduced informally; but in recent years, this situation seems to change. Our country does not have an entity dedicated to developing improved varieties of coffee. Therefore, the importance of introducing improved varieties to our country; but in an orderly manner and following the protocols established by official entities. This document aims to present a review on the characteristics of these varieties and some experiences of their behavior in our country, important information for an introduced species that has been cultivated for more than 100 years in the Peruvian jungle. In the germplasm collected in our country ("Peruvian germplasm"), varieties with yields higher than the national average were found, with a low incidence of coffee rust and with cup quality equal to or greater than 80 points. The genotypes belonging to the Catimores group stand out, such as UNACAF-90, UNACAF-135. In the coming years, it is expected that information will be available in our country on the behavior of the 35 varieties such as Ruiru, Paraíso, Kartila 1, Batian, Andungsari, Catiga MG2, USDA 762, which are being evaluated within the framework of the world variety trial, executed by WCR and coordinated by the JNC in our country. Similarly, of the 46 varieties introduced in 2021 by INIA from CATIE in Costa Rica and which are under quarantine at the Pichanaki EE in the central jungle, for subsequent evaluation in the field.

Keywords: coffee, cultivars, introduction of varieties, Catimores, Sarchimores.

¹ ✉ Investigador, Agricultura y Desarrollo Sustentable en el Trópico Peruano. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3433-9032>. ajo@lamolina.edu.pe

² Investigador, Agricultura y Desarrollo Sustentable en el Trópico Peruano. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2121-2454>. lealvarado@lamolina.edu.pe

³ Investigador, Agricultura y Desarrollo Sustentable en el Trópico Peruano. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7819-1810>. rborjas@lamolina.edu.pe

⁴ Investigador, Agricultura y Desarrollo Sustentable en el Trópico Peruano. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8747-2665>. vcastro@lamolina.edu.pe

⁵ Investigador, Agricultura y Desarrollo Sustentable en el Trópico Peruano. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2072-4084>. 20151204@lamolina.edu.pe

⁶ Investigador, Agricultura y Desarrollo Sustentable en el Trópico Peruano. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5849-6884>. 20130976@lamolina.edu.pe

⁷ Investigador, Agricultura y Desarrollo Sustentable en el Trópico Peruano. Facultad de Agronomía. Departamento de Fitotecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2405-7138>. belloamezs@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El café pertenece al género *Coffea* y la familia botánica de las Rubiaceae (Charrier y Berthaud, 1985; Raina et al., 1999; Lashermes et al., 1999), la especie más cultivada de café, es *Coffea arabica* (ICO, 2020) que es el resultado de la hibridación entre las especies diploides *C. eugenioides* x *C. canephora* (Cenci et al., 2012; Clarindo y Carvalho, 2009; Tesfaye et al., 2007; Lashermes et al., 2000). Es la única especie alotetraploide de este género ($2n = 4x = 44$) (Davis et al., 2006), que por su alta autofecundación (más del 95 %) tiene una baja diversidad genética (Aggarwal et al., 2007; Anthony et al., 2001; Baruah et al., 2003; Cubry et al., 2008; Lashermes et al., 2011; Moncada y McCouch, 2004; Silvestrini et al., 2007). La baja variabilidad genética en el cultivo de café, se refleja en la susceptibilidad de la especie a la mayoría de plagas y enfermedades (Bertrand et al., 2000; Bertrand et al., 2001; Villain et al., 2010).

La selección de las variedades de *C. arabica* comenzó hace 300 años, a partir de dos variedades tradicionales: Típica y Bourbon (Da Silva et al., 2019), bases genéticas que tienen bajo polimorfismo, como se ha confirmado en estudios de la diversidad genética con marcadores moleculares (Leroy et al., 2006; Aga, 2005). A partir de esas variedades, se han hecho selecciones que toman nombres locales y muchas veces, su distribución está restringida a un país o una región dentro de un país, por ejemplo, para en el primer caso, encontramos variedades como Harrar Rwanda, Mibirizi, Nyasaland, POP330/21, SL14 y SL34 y en el segundo caso a Bourbon Mayaguez 139, Bourbon Mayaguez 71, Jackson 2/1257, K7, KP423, SL28 y Tekisic. Otros grupos que se han vuelto importantes son los Catimores y Sarchimores, por su resistencia a la “roya” (*Hemileia vastatrix*) (Kushalappa y Eskes, 1989; Várzea y Marques, 2005). Entre las primeras, están variedades como Costa Rica 95, Lempira 98, Oro Azteca, Mida 96, Anacafé 14, T8667, Fronton, Cauvery, Oeiras, IHCafé 90, Catisic, T5175. También Colombia, Tabi, Castillo, Castillo Regionales, Cenicafe 1 y Catimor 129. En el grupo de los Sarchimores, están Parainema, Iapar 59, Tupí, Cuscatleco, Obatá, Marsellesa, Limaní y T5296.

El café fue introducido al Perú, hace más de 100 años y desde esa época, se introdujeron diversas variedades comerciales. En un trabajo de colecta de germoplasma de café, realizado en el 2010, se

colectaron 237 accesiones, 234 de *C. arabica* y 3 de *C. canephora*. La mayor cantidad de accesiones provinieron de la zona de selva central (Junín y Cerro de Pasco), que representó más del 30 % del total de la colecta; las zonas de Huánuco - Ucayali y Puno fueron las que menos aportaron en esa colecta. En total se reportaron 27 variedades de *C. arabica*, las seis variedades con mayor número de accesiones y por lo tanto con la más amplia distribución fueron Catimor (40), seguida de Típica (39), Caturra Roja (34), Caturra Amarilla (28) y Pache (17) y Bourbon Rojo (16). También se reportó la presencia de las variedades Gran Colombia, Pacamara y Costa Rica 95, entre otras (Coronel, 2019; Julca-Otiniano et al., 2010). Actualmente, deben existir más de cuarenta cultivares comerciales en el Perú, al grupo de las “variedades tradicionales” como Típica, Caturra, Bourbon Rojo y Mundo Novo, también se les suma “variedades más modernas”, como los Catimores (Colombia, Costa Rica 95) y los Sarchimores (Obatá, Marsellesa y Limaní).

Como se sabe, el desarrollo de variedades comerciales, necesita de grandes inversiones en recursos humanos, tiempo y dinero, sobre todo cuando se trabaja con especies perennes como el café. Por ejemplo, según el Cenicafe de Colombia, para obtener una variedad multilínea se necesitan unos 25 años (Julca-Otiniano et al., 2020), quizá por eso en muchos países cafetaleros, la introducción de variedades ha sido siempre la “estrategia” a seguir. Pero una introducción informal que ignoraba el registro de la identidad genética de la variedad y la calidad de la semilla, como ha ocurrido frecuentemente en el Perú (Julca-Otiniano et al., 2011). Las variedades comerciales de café, se han obtenido por selección, mutaciones naturales u otras técnicas tradicionales de mejoramiento genético de plantas (Capot, 1977; Leroy et al., 1997). No se tiene registro de variedades, obtenidas como resultado de trabajos de ingeniería genética. Aunque autores, como Villalta-Villalobos y Gatica-Arias (2019), señalan que el mejoramiento del café, ha progresado principalmente desde el inicio de las tecnologías transgénicas, y con las nuevas técnicas de modificación específica de genes, el cultivo se beneficiará en los próximos años.

METODOLOGÍA

Para elaborar el presente manuscrito, se realizó una revisión de boletines, folletos, libros y artículos. Además, se presentan resultados de tesis realizadas en el Banco de Germoplasma de la Universidad

Nacional Agraria La Molina en San Ramón, Chanchamayo (Perú). Estos documentos fueron trabajos experimentales y de revisión publicados en inglés, español o portugués. Se utilizaron las palabras claves de café, cultivares y variedades en el buscador google académico.

GENERALIDADES

La Figura 1 presenta la relación genética entre diversas variedades, desde las más “tradicionales”, hasta las más “modernas”, aunque el origen y las relaciones genéticas entre variedades, en algunos casos, pueden ser más complejas o simplemente no son muy claras. En este contexto, es importante mencionar el esfuerzo que ha hecho el World Coffee Research (WRC), para sistematizar la información sobre las características y el comportamiento de algunas variedades y publicar un catálogo, como resultado de la colaboración de expertos en café de toda América Central, el Caribe y África. Para ello, visitaron 16 países y entrevistaron a 180 personas de

unos 100 organismos públicos y privados involucrados en sus sectores nacionales o regionales de café en América Central, El Caribe y África (WCR, 2019). Como se puede observar, actualmente, se tiene un número importante de variedades comerciales, pero son las “tradicionales” las que siguen siendo las más usadas por los caficultores a nivel mundial. Las tres variedades más cultivadas en el mundo son Caturra (mutación de Bourbon), Catuai (Caturra x Mundo Novo) y Mundo Novo (Bourbon x Típica) (Botelho et al., 2010), las que presentan un comportamiento agronómico muy homogéneo, caracterizado por su susceptibilidad a las plagas y enfermedades, como la “roya”, la “antracnosis del fruto” (*Colletotrichum kahawae*) y los nemátodos (Saavedra et al., 2023; Wintgens, 2009; Anzueto et al., 2001). Para estos últimos, se han desarrollado variedades resistentes como Nemaya (*C. canephora* T3561 x *C. canephora* T3751) y Apoata IAC2258 (*C. canephora*), las mismas que son recomendadas para su uso como patrón o portainjertos de las diversas variedades cultivadas de café.

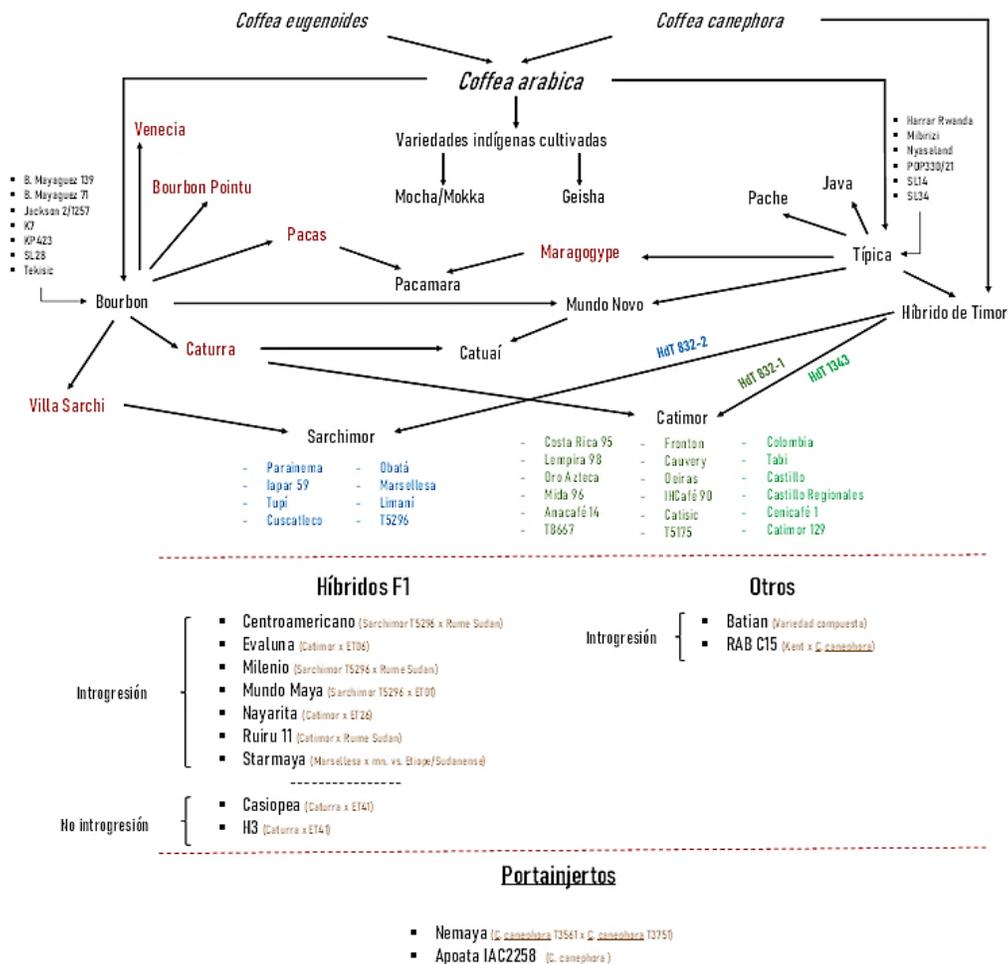


Figura 1. Origen de *Coffea arabica* y relación entre algunas variedades obtenidas por selección (negro), mutación (rojo) u otras técnicas tradicionales de mejoramiento genético de plantas. En el grupo de los Sarchimores, las variedades son monolíneas (azul); pero en los Catimores, hay monolíneas (verde oscuro) y multilíneas (verde claro) (Construido a partir de WCR, 2019; FNCC, 2020; Julca-Otiniano et al., 2020).

Un mapa de distribución de las principales variedades de café cultivadas en nuestro país, ha sido presentada por Julca-Otiniano et al (2010) (Figura 2); pero esta distribución no es sinónimo de mayor área cultivada porque en una finca cafetalera, un agricultor puede tener más de cinco variedades mezcladas y con un número de plantas muy diferente, al comparar una variedad con otra. Además, esta distribución debe haber variado luego de la “crisis de la roya” del 2013, ya que el Programa Nacional de Renovación de Cafetales, trabajó en asociación con AGROBANCO para dar préstamos a los agricultores que quisieran plantar variedades tolerantes o resistentes a la roya. El problema es que, en el Perú, nunca se usó semilla certificada de café y, hasta la fecha, no existe una institución que garantice la identidad genética de las variedades que se oferten con uno u otro nombre.

Hace más de una década que en el Perú, se vienen haciendo esfuerzos por introducir de manera formal germoplasma de café. Por ejemplo, el año 2010, en el marco del proyecto “Estudio de la variabilidad genética del café y establecimiento de un banco de germoplasma en la selva peruana”, la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) introdujo diferentes variedades desde Brasil y los estableció en el Banco de Germoplasma de Café en San Ramón, Chanchamayo (BG-UNALM) el año 2011. Para la introducción de variedades, se hicieron gestiones antes las instituciones especializadas de los principales países productores de café en América Latina como Colombia, Costa Rica y Brasil; pero solamente hubo respuesta positiva del Instituto Agronómico de Campiñas (IAC) de São Paulo (Brasil). Para elegir las variedades introducidas, el equipo técnico del proyecto analizó la información que el IAC presenta en su página web (www.iac.br) y eligió un grupo de variedades que en conjunto tuvieran características importantes para el desarrollo de la caficultura de nuestro país, tales como resistencia a la “roya”, alta capacidad productiva y buena calidad de taza. También se introdujo una variedad de *Coffea canephora* por el interés en usar plantas injertadas para el manejo de los nematodos en este cultivo de café, especialmente *Meloidogyne* spp., que es un problema importante para la caficultura peruana (Julca-otiniano et al., 2011). La introducción de germoplasma siguió el protocolo establecido para estos casos por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), tal como se muestra en la Figura 2.

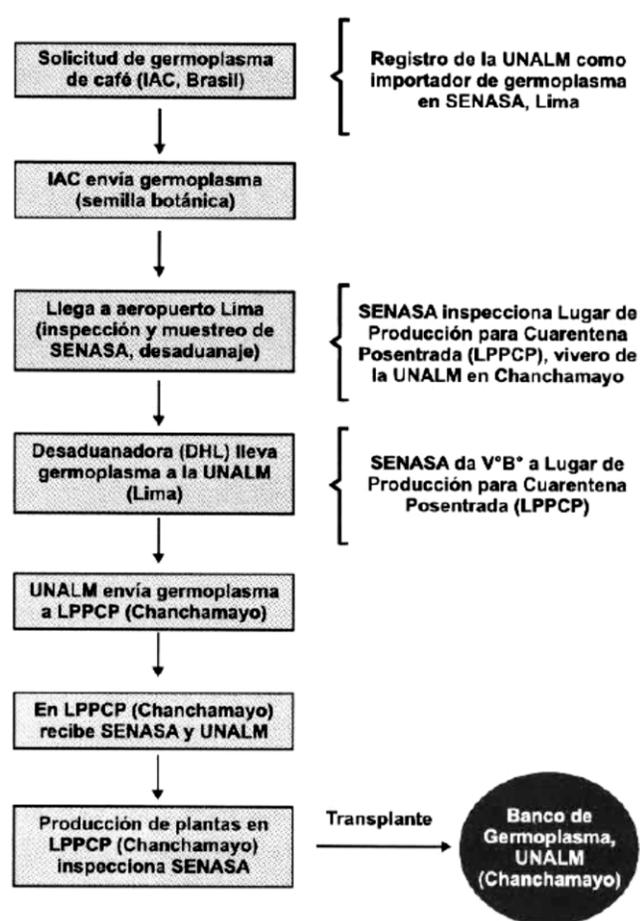


Figura 2. Esquema para introducir variedades de café desde Brasil y su instalación en el Banco de Germoplasma de la UNALM en Chanchamayo (Julca-Otiniano et al., 2011).

Dentro de este contexto, es importante señalar que desde el 2015, el Perú participa en un ensayo mundial de variedades, coordinado por la Junta Nacional del Café (JNC), lo que ha permitido la introducción formal de 35 variedades, entre las que podemos mencionar a Ruiru, Paraíso, Kartila 1, Batian, Andungsari, Catiga MG2, USDA 762, entre otras. De igual manera, el 2021, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ha introducido 46 variedades desde el CATIE de Costa Rica y que se encuentran bajo cuarentena en la Estación Experimental Pichanaki en la selva central, para su posterior evaluación en el campo. En este grupo de variedades, se encuentran las tradicionales y ya conocidas en el país, pero también hay otras de origen africano como Mibirizi, Wush Wush Kaffa y Rume Sudan, que se dice, tienen buena calidad de taza; pero son susceptibles a las principales enfermedades del cultivo.

VARIETADES COMERCIALES DE CAFÉ

En general, existen muy pocas publicaciones donde se presente una buena descripción de las variedades comerciales de café. El libro *Cultivares de café. Origem, características e recomendações*, publicado por el Consorcio Brasileiro de Investigación y Desarrollo del Café el año 2008, es probablemente uno de las mejores. En dicha publicación se presenta el origen y las características de los principales grupos de cultivares de café usados en Brasil, la descripción de los cultivares de porte alto lo hace Fazuoli et al. (2010); mientras que los cultivares de porte bajo son descritos por Carvalho et al. (2010), parte de esa información, se presenta en este trabajo. Esta información se complementa con los resultados de las evaluaciones realizadas en el BG-UNALM, en San Ramón (Chanchamayo, Perú), durante los años 2013 al 2015. Pero solamente se describen los principales grupos de variedades comerciales que se sabe, están presentes en el Perú.

Grupo Mundo Novo

Estos cultivares corresponden a una recombinación resultante de un cruzamiento natural entre Sumatra y Bourbon Rojo, encontrado en el Municipio Paulista de Mineiros de Tiete. Semillas de uno de estos cafetos fueron plantadas en el Municipio de Mundo Novo (hoy Urupes en Sao Paulo) donde fueron seleccionadas las plantas madres y posteriormente seleccionadas entre y dentro de las progenies, procurando eliminar varios de los defectos observados en la población original. Las progenies seleccionadas, denominadas Mundo Novo, fueron multiplicadas para ser distribuidas a los productores a partir de 1952 y nuevas selecciones fueron liberadas por el IAC a partir de 1977. En experimentos conducidos en Brasil (Campinas, Jaú y Macoca), se verificó que las mejores progenies de Mundo Novo llegaron a producir 80 % más que el material original no seleccionado 50% más que las mejores selecciones de Bourbon Amarillo, 95 % más que las mejores selecciones de Bourbon Rojo y 240 % más que las progenies de Típica.

En 1999, cada uno de los antiguos linajes de Mundo Novo, como por ejemplo, 3749/19 y 376/4 fueron inscritos en el Registro Nacional de Cultivares de Brasil, pasando a denominarse Mundo Novo IAC 3749-19 y Mundo Novo IAC 376-4, respectivamente. Son cultivares susceptibles a la "roya", sin embargo, se caracterizan por su elevada producción de café

verde, junto a un buen aspecto vegetativo. Las plantas de 12 a 14 años pueden alcanzar una altura media de 3.0 a 3.8 m, diámetro de copa de 1.40 a 2.70 m (medida a una altura de 0.5m del suelo) y con sistema radicular bien desarrollado. El color de brotes nuevos es verde o bronce, las ramas secundarias son abundantes y los entrenudos menores que los del cultivar Típica. En Sao Paulo, las dos floraciones principales ocurren de septiembre a octubre y la maduración de los frutos se extiende de abril a julio. El peso medio del fruto maduro es de 1.2 g y el peso promedio de 1 000 granos del tipo plano varía de 116 a 149 g. La relación entre el peso de café cerezo y el café verde, varía de 5.4 a 6.2 y el rendimiento en porcentaje es del 50%. En condiciones experimentales, el rendimiento anual del café verde llega a un promedio de 30 sacos/ha. Pero en áreas irrigadas, la productividad puede alcanzar hasta 60 sacos por hectárea y en años de elevada producción, hasta 100 sacos por hectárea de café verde. La calidad de taza de un cultivar Mundo Novo es excelente y es que en su formación hay cerca del 50 % de Bourbon Rojo y 50 % de Típica, que promueven la calidad del producto. Los cultivares de este grupo actualmente inscritos en el Registro Nacional de Cultivares y recomendados para su cultivo están designadas con los sufijos IAC 376-4, IAC 3749-19, IAC 382-14, IAC 388-17, IAC 388-17-1, IAC 388-6, IAC 464-12, IAC 515-5, IAC 515-20, IAC 501-5, IAC 502-1, IAC 467-11 e IAC 480-6.

También está recomendado la siembra del cultivar Mundo Novo IAC 502-9 y los híbridos entre cafetos seleccionados de Mundo Novo IAC H 2897 e IAC H2931. Los cultivares Mundo Novo IAC 388-6, IAC 388-17 e IAC 388-17-1 tiene ramas laterales más largas y mayor diámetro de copa. También se ha verificado una amplia capacidad de adaptación de los cultivares Mundo Novo, obteniéndose buenos rendimientos en casi todas las regiones cafetaleras de Brasil con clima apropiado para *C. arabica*. Estos cultivares no son apropiados para plantaciones densas; pero pueden ser usados en estos sistemas de cultivo. En este caso, el distanciamiento debería ser un poco mayor que el normalmente usado debido a su gran vigor vegetativo. Están especialmente indicadas para los sistemas en los que se usa la poda, ya sea de renovación o esqueleto con despunte, para reducir la altura debido a su gran capacidad de rebrote. Los cultivares Mundo Novo IAC 376-4, IAC 3749-19, IAC 464-12, e IAC 515-20 son los que mejor se adaptan al sistema de plantación de alta densidad y mecanizable, los distanciamientos, en este caso, no deberían ser

menores que 2.803.50 m x 0.6-0.7 m. Pero en general, son recomendadas para distanciamientos amplios, usando 3.8-4.0 m entre líneas y 0.8-1.0 m entre plantas, con una planta por hoyo.

Grupo Bourbon de frutos rojos

En 1859 llegaron a Brasil semillas de café que el Gobierno Central envió a la Isla de la Reunión, antes Borbón, por haber información de que eran más productivos que el cultivar Típica y de buena calidad. Debido a que tienen frutos rojos, los cafetos que se originaron a partir de estas semillas pasaron a llamarse "Borbón rojo". En el IAC se prestó gran atención a la selección de plantas parentales para 'Bourbon Rojo' en numerosas fincas del estado de São Paulo, por ser uno de los cafés más cultivados y producidos, con motivo del inicio de las obras de mejora, en 1932. Sus progenies, se estudiaron simultáneamente en las estaciones experimentales del Instituto. Agronomía de Campinas, Ribeirão Preto y Pindorama, reveló sensible variabilidad en cuanto a la capacidad productiva, destacándose, entre los mejores, aquellos con prefijo LC 370, LC 376 y LC 662. Las progenies se multiplicaron a gran escala para su distribución a agricultores, a partir de 1939. Fue con el estudio de la progenie de 'Borbón Rojo' que se determinó la posibilidad de llevar a cabo, con un buen margen de seguridad, selección temprana o temprana en *C. arabica*. También fue con material homocigoto 'Bourbon Rojo', obtenido de duplicación del número de cromosomas de plantas haploides y de progenie homogénea, obtenida por autofecundación sucesiva, que determinó que gran parte de la variabilidad de la producción de café se debe a factores ambientales. Se encontró que, en estas plantas homocigoto u homogéneo, el efecto de la variación ambiental es bastante acentuada, posiblemente debido a la menor capacidad de estas plantas en adaptarse a las variaciones del entorno.

La planta es un arbusto de 2 a 3 m de altura, de forma más o menos cilíndrica, abundantes ramas laterales secundarias y terciarias, formando principalmente en la base de la planta, muchas palmetas. Las hojas nuevas son verde claro, volviéndose verde oscuro cuando está maduro, elíptico, ligeramente coriáceo, con un borde y un borde más ondulado que los del cultivar típica. Es muy susceptible a la "roya", menos vigoroso y productivo que cultivar Mundo Novo (aproximadamente un 50 % menos). el diámetro de la corona también es más pequeño que el de la

variedad Mundo Novo. Las frutas están coloreando tinto y la maduración es precoz (20 a 30 días antes en 'Mundo Novo'). El tamiz promedio es de alrededor de 16 y el porcentaje de granos normales de, aproximadamente el 95 %. El rendimiento fluctúa alrededor del 50 %. La calidad de la bebida es reconocida por los amantes del café como superior a la otros cultivares por su aroma y sabor.

En el pasado, el cultivar Bourbon Rojo fue muy importante para el cultivo de café brasileño. Desde las primeras presentaciones, desde 1859 en adelante, paulatinamente ha ido ocupando un lugar destacado en la producción cafetera del país y fue responsable de la implantación de la cultura cafetera en muchas ciudades del Brasil, trayendo riqueza y progreso a estas regiones. Actualmente, este cultivar está indicado solo para aquellos caficultores que quieran obtener un producto diferenciado en relación a calidad de la bebida y que puede agregar valor a su café en la venta de cafés especiales. El IAC seleccionó y liberó varias líneas de este cultivar en 1939. Entre ellos, Bourbon Vermelho IAC 370 y IAC 662. Varias propiedades agrícolas tradicionales en plantaciones de café disponemos de lotes de la variedad Bourbon Vermelho, seleccionada por el IAC. En 1999, IAC 662 fue registrada en el Registro Nacional de Cultivares de Brasil, en 1999, como Bourbon Rojo IAC 662. Los distanciamientos recomendados pueden oscilar entre 3.0 y 3.8 m entre hileras de 0.6 a 0.8 m entre plantas, utilizando una planta por hoyo. Es considerada una variedad exigente en nutrición. En San Ramón, el cultivar IAC 662 presentó una planta de forma piramidal, con una altura de 2.06 m, con pocas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 67.5% y un nivel de infestación de 3.88 % de broca, frutos de color rojo, con un rendimiento de 19.57 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 72.4 % (Julca-Otiniano et al., 2018a).

Grupo Bourbon de frutos amarillos

Una forma de xantocarpa (frutos amarillos) de Bourbon fue observada por primera vez por el Dr. Carlos Arnaldo Krug en 1930, en Pederneiras (São Paulo), siendo su origen poco conocido. Podría ser originada de una mutación del Bourbon Rojo o también como producto de la recombinación del cruzamiento natural entre los cultivares Bourbon Rojo y Amarillo de Botucatú, pues en las poblaciones originales de la que fue seleccionada, se encontraron algunas plantas de fenotipos semejantes a estos cultivares. El rendimiento promedio de sus mejores

selecciones fue superior a Bourbon Rojo entre 32 a 45 %. El IAC, por medio de la Sección de Genética, en 1945, efectuó una selección de numerosas plantas en Jaú (Sao Paulo), cuyas progenies fueron estudiadas en varias localidades, originando el material genético del cultivar Bourbon Amarillo recomendada para su cultivo.

Una de las características principales de los cultivares del grupo Bourbon Amarillo es la madurez precoz de los frutos, de acuerdo con la región, puede variar de 20 a 30 días en relación con Mundo Novo. En las regiones altas y más frías, esa diferencia puede acentuarse. También es susceptible a la "roya" y el rendimiento promedio de estos cultivares es aproximadamente de 30 a 50 % menos que los cultivares de Mundo Novo, Catuaí Rojo y Catuaí Amarillo, puede llegar hasta 25 sacos por hectárea de café verde. Las plantas adultas de 10 a 12 años pueden alcanzar una altura media de 2.4 a 2.8 m y con un diámetro de copa entre 2.2 y 2.4 m. El color de las hojas nuevas es verde claro o bronce, las floraciones principales ocurren de setiembre a octubre, en Sao Paulo, y la maduración del fruto de marzo a mayo. El peso del fruto en promedio es 1.0 g y el peso de 1 000 granos del tipo plano en promedio es de 118.5 g. Debido a su característica de precocidad con relación a los cultivares Mundo Novo, Catuaí Rojo y Catuaí Amarillo y menos productiva que estos, se recomienda el cultivo de Bourbon Amarillo para casos especiales, como por ejemplo, la obtención de productos de alta calidad dirigido a mercados especiales, necesidad de tener cosechas escalonadas para distribuir mejor la mano de obra y también mejorar la calidad, por la mayor posibilidad de coger más frutos maduros.

Los distanciamientos recomendados para los cultivares de Bourbon Amarillo son menores que los usados para Mundo Novo, pudiendo variar de 3 a 3.8 m entre hileras y 0.6 a 0.8 m entre plantas, usando una planta/hoyo. Es importante resaltar que este grupo es altamente susceptible a la "roya", exigente en nutrición y presenta menos vigor vegetativo que el grupo Mundo Novo. Los cultivares inscritos por IAC en el Registro Nacional de Cultivares de Brasil y recomendados para su cultivo en las condiciones señaladas anteriormente, poseen los siguientes sufijos: IAC J2, IAC J9, IAC J10, IAC J19, IAC J20, IAC J22 e IAC J24. El cultivar IAC J6 también podría ser cultivado a pesar de que todavía no está registrada. En San Ramón, el cultivar IAC J10 presentó una planta de forma piramidal, con una

altura de 1.93 m, con pocas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 64 % y un nivel de infestación de 2.63% de broca, frutos de color amarillo, con un rendimiento de 9.40 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 69.96 % (Julca-Otiniano et al., 2018a).

Grupo Caturra

Destacan las variedades Caturra Amarillo IAC 476 y Caturra Rojo IAC 477, son plantas de porte bajo, probablemente originadas de una o dos mutaciones naturales de Bourbon Rojo de porte alto. La forma amarilla puede haber tenido su origen en una mutación del propio Caturra Rojo. Fueron encontrados en Serrado Caparaó en el límite de los estados de Minas Gerais y Espirito Santo. Semillas de plantas con frutos rojos o amarillos fueron introducidos a IAC, provenientes del Municipio de Siqueira Campos, Estado de Espirito Santo en 1937, donde fueron seleccionados y liberados a partir de 1949 e inscritos en el Registro de Cultivares de Brasil en 1999, con las siglas Caturra Rojo IAC 477 y Caturra Amarillo IAC 476. Son cultivares susceptibles a la "roya" y se caracterizan principalmente por tener un porte reducido, debido a la reducción de la longitud del tallo principal y de las ramas laterales, proporcionando un aspecto compacto a la planta. Se trata de la primera mutación de café con porte reducido y elevada capacidad productiva. Estos cultivares contribuyeron a cambios profundos en el mejoramiento del café en general. Presenta una bebida de óptima calidad pues tiene prácticamente 100 % del café Bourbon. Entre los grandes problemas del uso comercial de estos cultivares en condiciones de Brasil, está la falta de rusticidad y su consecuente falta de vigor, lo que hace que después de algunas cosechas, la planta presente un debilitamiento precoz. En plantaciones más viejas el rendimiento/planta, en general, es inferior a los de cultivares de porte alto como Mundo Novo y Acaíá. El uso de los cultivares Caturra Rojo IAC 477 y Caturra Amarillo IAC 476 en Brasil, no fue adecuada, y en algunos casos, no se evaluó correctamente. La experimentación en plantaciones de alta densidad con estos cultivares de porte bajo, no ha sido debidamente estudiada en Brasil. Pero, en localidades altas y de suelos fértiles de otros países de América Latina, son cultivadas hasta hoy, usándose en algunos casos sistemas de alta densidad o con arborización. En Brasil, en localidades de elevada altitud y de suelos fértiles, estos cultivares deben ser evaluados en sistemas de alta densidad debido a su maduración más precoz, con relación a Catuaí Rojo, Catuaí

Amarillo y Obatá. Los distanciamientos pueden variar de 2.0 a 3.5 m entre hileras y 0.5 a 0.6 m entre plantas.

En el BG-UNALM, en San Ramón, el cultivar IAC 477, del grupo Caturra Rojo, presentó una planta de forma piramidal, con una altura de 1.53 m, con pocas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 48.50 % y un nivel de infestación de 2.40 % de broca, frutos de color rojo, con un rendimiento de 2.28 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 70.38 %. El cultivar Col.8 IAC 477 presentó una planta de forma piramidal, con una altura de 1.29 m, con pocas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 74.0 % y un nivel de infestación de 10.0 % de broca, frutos de color rojo, con un rendimiento de 12.17 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 71.77 %. En el caso del cultivar Col. 8 IAC 476 del grupo Caturra Amarillo, presentó una planta de forma piramidal, con una altura de 1.22 m, con pocas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 64.50 % y un nivel de infestación de 3.69 % de broca, frutos de color amarillo, con un rendimiento de 14.13 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 62.25 % (Julca-Otiniano et al., 2018a).

Grupo Catuaí de frutos amarillos

Estos fueron obtenidos del cruzamiento de Caturra Amarillo IAC 476 11 con Mundo Novo IAC 374-19, el híbrido resultante recibió el nombre de IAC H2077. De la población F3 (IAC H2077-2-5) se obtuvo cafés homocigotos para porte bajo y para frutos amarillos, pero con el vigor de Mundo Novo. A esta nueva combinación se le denominó Catuaí Amarillo, teniendo como características principales el porte bajo (tipo Caturra) y los frutos con cáscara (exocarpo) amarillo, la variedad fue liberada para su uso comercial por el IAC en 1972. En Brasil, durante más de 20 años se consideró que solamente existía una variedad Catuaí Amarillo con varios linajes (p.e. IAC 86, 74 y 62), recién en 1999, debido a la exigencia de la Ley de Protección de Cultivares fue registrado como una nueva variedad. Actualmente se usa el término Catuaí Amarillo en referencia a un grupo de variedades, como, por ejemplo, Catuaí Amarillo IAC 62 y Catuaí Amarillo IAC 74.

En general son variedades susceptibles a la "roya" y a los nemátodos, las plantas son vigorosas y presentan una altura media de 2.0 a 3.0 m y con

diámetro de copa de 1.80 a 2.00 m, aunque en algunos lugares estas dimensiones pueden ser mayores. Tienen un sistema radicular vigoroso y dependiendo el tipo de suelo, puede distribuirse en profundidades mayores a los 2.00 m. Los entrenudos del tallo principal y de las ramas laterales son cortos y las ramificaciones secundarias y terciarias, abundantes. Las hojas nuevas son de color verde claro y las adultas son verde oscuras y brillantes. Las inflorescencias son de 3 a 5 por axila foliar y el número de flores/inflorescencia es también de 3 a 5. La floración principal ocurre en los meses de septiembre a octubre y la maduración de los frutos de mayo a julio. El peso medio del fruto maduro varía de 1.10 a 1.24 g y el peso promedio de 1000 granos del tipo plano es de 112 a 125 g. El rendimiento promedio de café verde es de 30 a 40 sacos/ha usado distanciamientos de 3.5 x 0.5 m y en regiones con temperaturas altas; mientras que en regiones con temperaturas suaves se usa 3.5 x 0.7-1.0 m. En áreas irrigadas y con un espaciamiento de 3.80 x 0.5 m el rendimiento es de 60 sacos por hectárea de café verde. La calidad de la bebida es excelente y la participación del cultivar Bourbon Rojo en su formación es de 75 %. Las variedades inscritas en el Registro de Cultivares de Brasil en 1999 y los más recomendados de sembrar son: Catuaí Amarelo IAC 17, IAC 32, IAC 39, IAC 47, IAC 62, IAC 74, IAC 86 e IAC 100, el más cultivado es el Catuaí Amarelo IAC 62. Las variedades del grupo Catuaí Amarillo vienen presentando una amplia capacidad de adaptación, con altos rendimientos en la mayoría de regiones cafetaleras donde son plantadas. Su porte pequeño permite altas densidades de plantación y hace más fácil los tratamientos fitosanitarios y la cosecha. Son apropiados para pequeños agricultores que desarrollan una caficultura familiar.

En el Banco de Germoplasma de la UNALM, en San Ramón, la variedad IAC 86, presentó una planta de forma arbustiforme, con una altura de 1,85 m, con muchas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 45.0 % y un nivel de infestación de 2.30 % de broca, frutos de color amarillo, con un rendimiento de 18.48 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 75.09 %. La variedad IAC 62 presentó una planta de forma piramidal, con una altura de 1.71 m, con pocas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 61.5 % y un nivel de infestación de 3.0 % de broca, frutos de color amarillo, con un rendimiento de 16.85 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 74.37 % (Julca-Otiniano et al., 2018a).

Grupo Catuaí de frutos rojos

Se originaron como producto de un cruzamiento artificial entre cafetos seleccionados por productividad de las variedades Caturra Amarillo IAC 476-11 con Mundo Novo IAC 374-19 de *C. arabica*. La hibridación fue realizada en Campiñas en 1949 y el híbrido recibió el prefijo IAC H 2077. Se buscaba transferir al cultivar Mundo Novo el factor dominante Caturra (CtCt) que confiere porte bajo, por medio de la reducción de la longitud de los entrenudos. De la población F3 (IAC H2077-2-5) homocigota CtCt y heterocigota para los alelos Xcxc, responsable del color del exocarpo, se seleccionaron plantas con frutos de color rojo. A los descendientes de estos cafetos, la generación F4 y las generaciones subsiguientes, caracterizados por ser vigorosos y altamente productivos, se les denominó Catuaí Rojo. El término Catuaí, en tupí-guaraní, significa "muy bueno". Un cultivar fue lanzado, con fines comerciales, en 1972 por IAC e inscrito en el Registro Nacional de Cultivares de Brasil en 1999. Estos son cultivares susceptibles a la "roya" y a los nemátodos, pero poseen elevado vigor. La altura de las plantas puede alcanzar de 2.0 a 2.4 m en promedio y un diámetro de copa de 1.70 a 2.10 m. En algunas regiones cafeteras como en Patrocinio (Minas Gerais) esas dimensiones pueden ser mucho mayores. Los entrenudos son cortos y la ramificación secundaria abundante, tiene un sistema radicular muy desarrollado. Las hojas nuevas son de color verde claro y las adultas son verde oscuras y brillantes. Las inflorescencias son de 3 a 5 por axila foliar y el número de flores/inflorescencia es también de 3 a 5. Las dos floraciones principales ocurren en los meses de septiembre y octubre y la maduración de los frutos en mayo y junio. El peso medio del fruto varía de 1.10 a 1.24 g y el peso promedio de 1 000 granos del tipo plano es de 102 a 123 g.

El rendimiento promedio de café verde con espaciamientos normales es de 1 800 a 2 400 kg ha⁻¹, pero rendimientos de hasta 6 000 kg ha⁻¹ pueden ser obtenidos en años de elevada producción y con distanciamientos menores. En plantaciones densas o superdensas, la productividad anual puede alcanzar en promedio hasta 3 000 kg. En áreas irrigadas y con un distanciamiento de 3.80 x 0.5 m el rendimiento promedio es de 3600 kg ha⁻¹ de café verde, la calidad de la bebida es excelente. La participación del cultivar Bourbon Rojo en su formación es de 75 %. Los cultivares inscritos en el Registro de Cultivares de Brasil en 1999 y los más recomendados de sembrar

son IAC 15, IAC 24, IAC 44, IAC 51, IAC 72, IAC 81, IAC 99 e IAC 144. Estas variedades vienen presentando una amplia capacidad de adaptación, obteniéndose buenos rendimientos en la mayoría de regiones cafetaleras donde son plantadas. Su porte pequeño permite una mayor densidad de plantación, hace más fácil los tratamientos fitosanitarios y más económica la cosecha. Los distanciamientos indicados varían de 2.0 a 3.5 entre líneas y de 0.5 a 0.6 m entre plantas en regiones calientes y 2.0 a 3.5 x 0.7-1.0 m en regiones frías. Actualmente, con densidades muy altas (2.5 x 0.5-0.6 m; 2.8 x 0.5-0.6 m; 3.0 x 0.5-0.6 m), se obtienen rendimientos muy elevados, entre los 60 a 80 sacos por hectárea de café verde.

En San Ramón, la variedad IAC 144 presentó una planta de forma arbustiforme, con una altura de 2.08 m, con pocas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 41.0 % y un nivel de infestación de 3.80 % de broca, frutos de color rojo, con un rendimiento de 14.18 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 72.80 %. La variedad IAC 99 presentó una planta de forma piramidal, con una altura de 1.76 m, con muchas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 46.50 % y un nivel de infestación de 2.65 % de broca, frutos de color rojo, con un rendimiento de 25.54 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 72.86 % (Julca-Otiniano et al., 2018a).

Grupo Icatu de frutos amarillos

El desarrollo de variedades de este grupo se inició después de identificar el cruzamiento natural del cultivar Icatu Rojo con Bourbon Amarillo o Mundo Novo Amarillo, ocurrido en un experimento del IAC en Campiñas. Después de varias generaciones de selección a partir del germoplasma híbrido es que se obtuvo el cultivar Icatú Amarillo el mismo que poseía varios linajes y liberada comercialmente en 1992. En 1999, cada uno de estos linajes fueron inscritos como nuevos cultivares en el Registro Nacional de Cultivares, por ejemplo, Icatú Amarillo IAC 2944. La característica principal, como su nombre lo indica, es tener frutos de color amarillo (xcxc). Las otras características son semejantes a las de un Icatu Rojo. La participación del café Bourbon Rojo en su formación es de aproximadamente 62.5 %. Actualmente, con la presencia de nuevas razas de "roya", los cultivares de este grupo se han mostrado moderadamente susceptibles o susceptibles, especialmente en años de alta producción. Las

recomendaciones y los cuidados en la plantación y en la cosecha en los diversos sistemas de cultivo son semejantes a los indicados para Icatu Rojo. El cultivar más recomendado para la siembra tiene el sufijo IAC 2944, pudiendo también recomendarse el IAC 3686 y el IAC 2907. En años de sequías intensas, su comportamiento se ve comprometido y no se recomienda su siembra en gran escala sino se tiene información de su comportamiento en una región determinada. Debido a su carácter interespecífico (*C. arabica* x *C. canephora*), los cultivares de este grupo, al igual que los del grupo de Icatú Rojo, podrían ser también una opción en regiones de bajas altitudes, más calientes y húmedas. Presentan una excelente calidad de taza, pudiendo ser usada principalmente para café "expreso".

Grupo de otras variedades brasileñas

En este grupo destacan variedades como Ibairi, Laurina, Ouro verde, Acaíá y Apoata, que a continuación se describen.

- **Ibairi IAC 4761.** Es un cultivar derivado del cruzamiento de la variedad botánica Mokka con un cultivar Bourbon Rojo realizado por el IAC. Este cultivar que representa al café Mokka de porte normal, tiene en su constitución genética *LrLr momo*. Es un cultivar poco productivo a pesar que deriva del Bourbon Rojo y es también muy susceptible a la "roya". En las hibridaciones con Bourbon Rojo realizadas en el IAC se habrían obtenido plantas de constitución *LrLr momo* y *Lrlr momo*, inicialmente con ramas laterales que se emiten tardíamente, a partir de las axilas del 20vo a 30vo par de hojas (en Típica, es a partir del 9no a 12vo par de hojas); pero después de plantarlo, la ramificación y el porte se normalizan. El nombre Ibairi, en tupí-guaraní, significa fruta dulce pequeña, presenta una excelente calidad de taza, aroma y sabores intensos. El cultivar Ibairi IAC 4761 puede ser cultivada en pequeña escala en regiones que tengan condiciones para producir bebida de buena calidad con el objetivo de obtener un producto más interesante para mercados especiales. El distanciamiento puede variar de 3.0 a 3.5 m x 0.5 a 0.7 m. Actualmente este cultivar no está siendo recomendado para sembrarlo a escala comercial. Pero está siendo indicado para los productores que quieran tener un café especial y que tengan un mercado ya determinado. En la localidad de San Ramón, esta variedad presentó una planta de forma elongada cónica, con una
- altura de 2.83 m, con muchas ramas primarias y un brote de color bronce. Una incidencia de roya de 50,0% y un nivel de infestación de 4.50 % de broca, frutos de color rojo, con un rendimiento de 11.41 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 67.07 % (Julca-Otiniano et al., 2018a).
- **Laurina IAC 870.** Este es una variedad que destaca entre los cafés de porte bajo con óptima calidad de taza y que tiene una concentración del 0.6 % de cafeína, nivel bajo comparado con otros cultivares comerciales de *C. arabica* que llegan a 1.2 %. Es originario de la Isla de Reunión y es conocida hace muchos años y frecuentemente se le reporta con diferentes nombres como Murta, Bourbon Pointu y Smyrna, entre otros. Fue conocida como especie distinta y también como un híbrido entre *C. arabica* y *C. mauritiana*. Algunos ejemplares de este café se encontraron en una antigua colección del IAC también en el Instituto Biológico en Campinas (con la denominación de Smyrna), en otras localidades de Sao Paulo y otras regiones cafetaleras de Brasil. No se sabe si estos genotipos son mutaciones independientes o si todos proceden de la misma región de la Isla Reunión. El IAC seleccionó varias plantas de Laurina que recibió la designación Laurina IAC 870 y así fue inscrita en el Registro Nacional de Cultivares de Brasil en 1999. Comparada con Típica, las plantas de Laurina IAC 870 tienen menor porte, forma cónica, son multicaules, ramificación densa, ramas laterales y entrenudos cortos, hojas pequeñas y elípticas, hojas nuevas de coloración verde, frutos y semillas pequeñas y bien formados, las flores son de forma y tamaño normal, es susceptible a la "roya" y poco productiva. Los resultados de los análisis genéticos realizadas en el IAC permitieron concluir que las características vegetativas de este cultivar son controladas por un par de factores genéticos recesivos, siendo plantas de constitución *lrlr*. A partir de híbridos F1 y de retrocruzamiento con Laurina, ocurren plantas normales de Laurina en proporciones esperadas para un par de factores genéticos recesivos. De la hibridación con plantas de café Murta (*tt Nana*) resultan plantas normales y Murta, indicando que Laurina es portadora de dos alelos *tt* y debe haberse originado de Bourbon Rojo, lo que se explicaría por el origen común de estos dos cafés, la Isla Reunión, la misma que antiguamente se

llamaba Bourbon. Laurina es un cultivar que parece tener resistencia a condiciones de estiaje muy prolongadas, su productividad es pequeña y el rendimiento de café cereza es bajo, la relación de café beneficiado en relación con café coco, es de alrededor del 35%; pero la bebida es suave y de óptima calidad. Su uso comercial aún no está recomendado y se sugiere hacerlo primero experimentalmente. Es un cultivar interesante para mercados de cafés especiales. En el Banco de Germoplasma de la UNALM, en San Ramón, esta variedad, presentó una planta de forma elongada cónica, con una altura de 1.54 m, con pocas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 47.50 % y un nivel de infestación de 6.25 % de broca, frutos de color rojo, con un rendimiento de 13.04 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 75.94 % (Julca et al., 2018a).

- **Ouro Verde IAC H5010-5.** Esta variedad presenta plantas de porte bajo; entrenudos cortos y abundante ramificación secundaria. Las hojas nuevas son de color verde y frutos de maduración media. Es susceptible a la "roya" pero tiene una excelente calidad de taza; se recomienda para sistemas de cultivos semejantes a los de la variedad Catuaí y también a los de alta densidad (Guerreiro et al., s/f). En el Banco de Germoplasma de la UNALM, en San Ramón, este cultivar, presentó una planta de forma arbustiforme, con una altura de 1,91 m, con pocas ramas primarias y un brote de color verde. Una incidencia de roya de 49.25 % y un nivel de infestación de 1.59 % de broca, frutos de color rojo, con un rendimiento de 22.28 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 61.89 % (Julca-Otiniano et al., 2018a).
- **Acaíá IAC 474-19.** Es una variedad que tiene el mismo origen del cv. Mundo Novo; pero las ramas laterales son más largas y los granos son grandes. Fue inscrito en el Registro Nacional de Cultivares de Brasil en 1999 con la denominación Acaíá IAC 474-19. El término Acaíá, en tupí-guaraní, significa frutos grandes (Guerreiro et al., s/f).
- **Apoata IAC 2258.** Esta variedad pertenece a la especie *C. canephora* y tiene su origen en semillas obtenidas de una planta madre del CATIE (Turrialba, Costa Rica) en 1974 e introducidas al Brasil, de estas semillas se obtuvieron plantas con

resistencia a varios nemátodos. De estas plantas se han seleccionado las resistentes a *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne exigua* y *M. paranaensis*, y se ha denominado Apoata, que en tupí-guaraní significa "raíz fuerte". Son plantas multicaules, muy vigorosas y con una exuberante cabellera radicular, también presentan una elevada resistencia a la "roya del café". En experimentos realizados en Rondonia (Brasil), la altura promedio fue de 3.0 m y el diámetro de la copa fue de 2.0 m. Las floraciones principales ocurren entre septiembre y octubre, pudiendo ocurrir otras menos intensas esporádicamente, dependiendo de las condiciones climáticas. La maduración de frutos se extiende de junio a agosto, tratándose por lo tanto de un cv. de maduración tardía. El pericarpo es un poco grueso y la relación entre el peso de café cerezo y el beneficiado es en promedio 5. La relación entre café beneficiado/café seco es de aproximadamente 60 %. El peso promedio de 1 000 granos de tipo plano es de 141 g. Los sólidos solubles de la bebida son del orden del 31.2 % y la cafeína en las semillas es de 1.7 %. La variedad Apoata IAC 2258 está siendo usado como porta-injerto para cualquiera de los cultivares de tipo arábica recomendados.

En el Banco de Germoplasma de la UNALM, en Chanchamayo, presentó una planta de forma elongada cónica, con una altura de 3.04 m, con pocas ramas primarias y un brote de color bronce. No se reportó la presencia de roya; pero sí la broca, con un nivel de infestación de 1.20 %, frutos de color rojo, con un rendimiento de 25.54 qq ha⁻¹ de café pergamino seco y una calidad física de 71.10 % (Julca-Otiniano et al. 2018a).

Grupo de Catimores

Se refiere a las variedades obtenidas a partir del cruce de Caturra x Híbrido de Timor- 1 o Caturra x Híbrido de Timor-1343 (Gichuru et al., 2008; Setotaw et al., 2020), pero a pesar que los Catimores se han introducido al Perú, hace muchos años, existen pocas referencias documentadas sobre su comportamiento en nuestro país y en términos generales, se asume que todos son iguales y se dice que son de buen rendimiento, resistentes a la "roya" (Santana et al., 2018); pero de mala calidad de taza. A continuación, se presenta algunas referencias sobre algunas variedades pertenecientes a este grupo:

- **Lempira/Costa Rica 95/Catimor T-8667.** Estas variedades son conocidas simplemente como Catimor T-8667 por su origen. Lempira proviene del Catimor T-8667, seleccionada por el Instituto Hondureño del Café (IHCAFÉ). Costa Rica 95, también tiene el mismo origen, pero fue desarrollada en Costa Rica. Son plantas de porte bajo, brotes de color bronce, de alta productividad (85 qq ha⁻¹ de café pergamino seco-CPS), con buena adaptabilidad en zonas de 800 a 1 400 metros sobre el nivel del mar. El fruto es grande, de color rojo, grano grande, alargado y ancho. Estudios organolépticos de la bebida, realizados en los laboratorios de catación del Instituto Salvadoreño para Investigaciones del Café (El Salvador) y del Instituto Hondureño del Café (Honduras), coincidieron en determinar una similar calidad de taza de la variedad Lempira con las variedades Caturra y Catuai. Además, estudios desarrollados en el Laboratorio del Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD) de Francia, sobre la composición química y organoléptica de la variedad confirman una buena calidad de taza, semejante a la de las variedades de Caturra, Catuai y Bourbon (Velásquez, 2019).
- **Colombia.** Se obtuvo a partir del cruzamiento de Caturra x Híbrido de Timor-1343 y fue la primera variedad compuesta liberada por CENICAFE como resistente a la “roya”. Es una variedad formada al mezclar la semilla proveniente de las progenies más sobresalientes seleccionadas en un proceso basado en varias generaciones. La naturaleza compuesta de esta variedad permite modificar su conformación, cambiando sus componentes cuando sea necesario. La composición de la variedad, se deriva de 41 progenies F5 y F6 que representan el 10.2 % de los materiales preseleccionados y la selección a que han sido sometidos es estricta. Se considera resistente a la “roya”, tiene un rendimiento promedio de 157 qq ha⁻¹ de CPS, con un 83 % de café supremo (Moreno y Alvarado, 2000). Cuando se analizó la calidad de taza, se encontró que los resultados de paneles de catación nacionales e internacionales, mostraron que no existieron diferencias entre la calidad de la bebida producida por las progenies de la variedad Colombia, y las de otras variedades como Típica, Bourbon y Caturra, las mismas que siempre han sido calificadas como de excelente calidad (Alvarado y Puerta, 2002).
- **Castillo.** Se desarrolló a partir del cruzamiento entre la variedad Caturra x Híbrido de Timor-1343, se obtuvieron las plantas F1 y de ellas, por autofecundación, las generaciones F2 y F3. Éstas, se cultivaron individualmente por progenie y se les realizó selección por vigor, porte bajo de las plantas, calidad en taza, producción, proporción de defectos de las semillas, tamaño del grano, resistencia completa e incompleta a *H. vastatrix* y probable tolerancia a la enfermedad de las cerezas del café. Las generaciones F4 y F5, se manejaron como una mezcla de semillas de las plantas seleccionadas en las generaciones tempranas. Se registró la cosecha por planta y como parte de la selección se descartaron aquellas que se apartaron del fenotipo de Caturra o que exhibieron anomalías o estaban afectadas por otros problemas en el campo. Previo análisis de los registros de la productividad se eliminaron aquellas plantas con promedios inferiores al obtenido en los experimentos. Se utilizaron como testigos las variedades Colombia y Caturra, esta última con y sin protección química contra la roya. En generaciones avanzadas de selección (F5 y F6) se evaluó la progenie de 39 progenitores previamente seleccionados por atributos sobresalientes, en comparación con tres testigos comerciales, los cuales se sembraron en regiones o localidades contrastantes en las características de clima y suelo. La variedad compuesta por la mezcla de los mejores materiales resultante de este proceso de selección por atributos agronómicos, fue denominada Castillo. Oficialmente fue entregada a los caficultores por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia el 13 de mayo del 2005. Combina la resistencia a la roya con la probable tolerancia a la enfermedad de las cerezas del café (*Colletotrichum kahawae*). Para evaluar la calidad de taza, se le comparó con Típica, Caturra, Bourbon y Colombia, se encontró que la calidad de Castillo y la de las otras variedades son muy homogéneas y no se detectaron diferencias significativas. La bebida presenta cuerpo y amargor suaves, aroma y acidez pronunciada, para grados medios de tostado (Alvarado et al., 2005).

Grupo de Sarchimores

Los Sarchimores, son las variedades resultantes del cruce de Villa Sarchi x Híbrido de Timor- 2 y también se han introducido al Perú, pero no hay muchas referencias documentadas sobre su comportamiento en nuestro país y en términos generales, se asume

que son iguales que los Catimores y se dice que son de buen rendimiento, resistentes a la roya; pero de mala calidad de taza. A continuación, se presenta referencias sobre algunas variedades pertenecientes a este grupo:

- **Obatá IAC 166920.** Esta variedad se deriva del cruzamiento de Villa Sarchi con el Híbrido de Timor (CIFC 832/2), este cruce originó el híbrido F1 (CIFC H361/4) realizado en el Centro de Investigaciones de la Roya del Café en Oeiras (Portugal). Las plantas F2 provenientes de estos híbridos fueron plantados en 1971 en Campinas (Sao Paulo) presentando buenas producciones. Las progenies de estos cafetales seleccionados fueron evaluadas en diversos experimentos y su selección continuó por varias generaciones. En plantas de la progenie F2 de IAC 1669, aparentemente ocurrieron cruzamientos naturales con Catuaí Rojo, cultivar usado como testigo en los experimentos EP 124. La variedad Obatá IAC 1669-20 es probablemente el resultado de una hibridación natural de un cafetal F2 del híbrido H 361/4 con otro del cultivar Catuaí Rojo. Fue inscrita en el Registro Nacional de Cultivares de Brasil en 1999 y lanzado oficialmente el año 2000. Es una variedad que presenta resistencia a la roya y es de maduración tardía, en ciertas regiones inclusive más tardía que el propio Catuaí Rojo. En algunas localidades presenta una producción superior a Catuaí Rojo, el rendimiento promedio de seis cosechas en Garca (Sao Paulo) fue de 37.5 sacos por hectárea de café verde, mayor que el que presentó Catuaí Amarillo (36.4 sacos por hectárea). Tiene porte bajo, entrenudos de tamaño medio, hojas largas, las hojas nuevas son de color verde, los frutos grandes y rojos. Las dimensiones de la altura y diámetro de copa son semejantes a las de Catuaí Amarillo. El porcentaje de granos normales (planos) es superior al 85 %, es exigente en nutrición y agua. Tiene una calidad de bebida muy buena y es que en la formación de este cultivar, el Bourbon Rojo tuvo una participación aproximada del 62.5 %. Como presenta resistencia a la "roya", se puede usar en plantaciones de alta densidad, con distanciamientos de 2.0 a 3.0 m x 0.5 a 1.0 m e incluso de 3.0 a 3.5 m x 0.5 a 1.0 m si es una plantación que va ser mecanizada. Se recomienda usarlo preferentemente en zonas de irrigación (Guerreiro et al., s/f).
- **Marsellesa.** Esta variedad se originó de la progenie del Sarchimor T-5296 en fincas cafetaleras privadas de Nicaragua y de una de ellas, tomó su nombre. Se origina del cruce de la variedad Villa Sarchí 971/10 y el Híbrido de Timor CIFC 832/2, creado en el año 1959 por el CIFC de Oeiras en Portugal. Las siguientes generaciones fueron evaluadas en Brasil y posteriormente introducidas por el CATIE a Centroamérica. En 1991 fueron introducidas a Nicaragua las líneas T-18139, T-18140, T-18138, T-18141, T-18137 para que se continuara con la selección para el desarrollo de la variedad. En esta selección se tuvo la dirección del CIRAD de Francia y ECOM (Exportadora Atlantic S. A.). Después de varias selecciones generacionales para la obtención de plantas con características agronómicas estables, en el 2009 se puso a disposición semilla garantizada con el nombre de Marsellesa. Es una variedad precoz, en condiciones normales empieza a producir a los 18 meses después de la siembra. Las ramas miden más de un metro, con buena emisión de ramas secundarias en las ramas de la parte baja, presenta hojas grandes, coriáceas y el brote terminal es de color verde. Es una planta de porte medio, entrenudos cortos, fruto maduro más grande que Caturra; pero de menor tamaño que el de otros Sarchimores seleccionados en otros países cafetaleros de América. Tiene resistencia a la roya y a *Meloidogyne*; pero, es susceptible al "Ojo de gallo" (*Mycena citricolor*), en condiciones de exceso de sombra y altitudes mayores a 1 200 metros, en Nicaragua. La planta es altamente productiva, con un rendimiento promedio de 64 qq ha⁻¹ de CPS y tiene buena calidad de taza, alcanzando 81.3 puntos en la escala de la Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA) (Velásquez, 2019).
- **Limaní.** Es el resultado del cruce entre Villa Sarchi x Híbrido de Timor 832-2, selección por pedigrí de una población de Brasil, realizada por la Estación Experimental Agrícola Adjuntas en Puerto Rico, fue entregada a los agricultores de la isla el año 1994. Pero se considera que el "verdadero" Limaní, es muy difícil de encontrar debido a problemas con la trazabilidad genética, que datan de su lanzamiento original en Puerto Rico. En consecuencia, las plantas identificadas como esta variedad, rara vez coinciden con la referencia original, lo que hará difícil predecir el rendimiento y su respuesta frente

a la “roya”. Se supone que el verdadero Limaní, se caracteriza por presentar plantas de porte bajo, con brote terminal de color bronce, resistente a la roya, de buen rendimiento y bien adaptada a altitudes mayores a 1 000 m (WCR, 2019).

COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES DEL CAFÉ EN EL PERÚ

Como se ha señalado anteriormente, históricamente el Perú ha introducido de manera informal variedades de café y por ello no se tiene un registro de la identidad genética del germoplasma introducido y

tampoco se ha investigado sobre su comportamiento en nuestro país, o no está documentado. Nuestro país, no cuenta con una entidad dedicada a desarrollar variedades mejoradas de café. Por eso, la importancia de introducir variedades mejoradas a nuestro país; pero de manera ordenada y siguiendo los protocolos establecidos por las entidades oficiales. Para, luego evaluarlas en un banco de germoplasma y posteriormente en las diferentes zonas cafetaleras de nuestro país, un esquema para ello, ha sido sugerido por Julca-Otiniano et al. (2020) y que se muestra en la Figura 3.

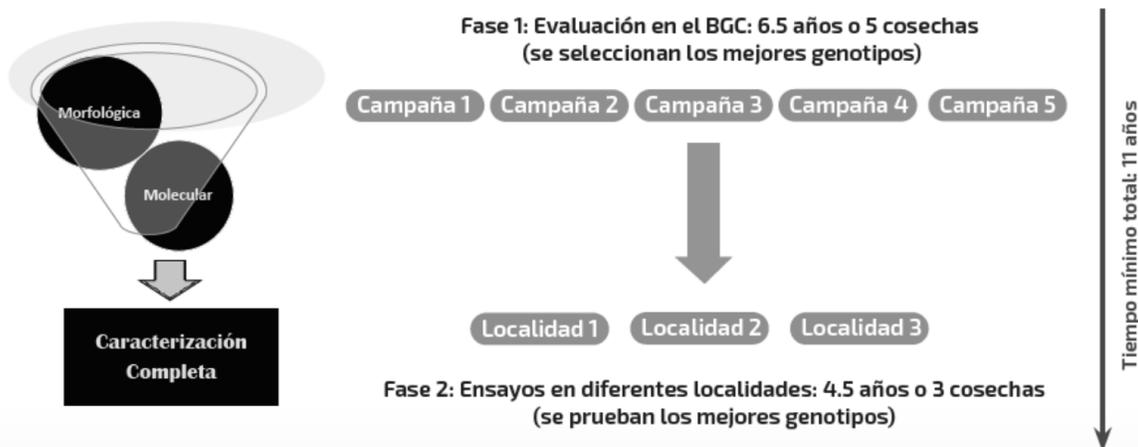


Figura 3. Esquema sugerido para caracterizar el germoplasma de café. Fuente: Julca-Otiniano et al. (2020).

En Perú, se ha realizado algunos estudios para conocer el comportamiento de las variedades de café, tanto a nivel de vivero, como en el campo. Por ejemplo, Julca-Otiniano et al. (2015a), en la selva central realizaron un estudio para comparar diversas variedades de café a nivel de vivero y encontraron diferencias significativas para la altura de planta. El valor máximo registrado fue de 19.47 cm y correspondió a Típica; mientras que el menor tamaño correspondió a Pache con 9.75 cm, diferencias que fueron estadísticamente significativas. Una mayor altura de Típica con respecto a las otras variedades, es explicada por factores varietales. Típica es una planta de porte alto, en cambio Pache es una variedad de porte bajo, incluso menor a Caturra. En todas las variedades estudiadas, el ritmo de emisión foliar, mostró una tendencia creciente a través del tiempo; pero no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. La mayor cantidad de hojas se registró en Bourbón Rojo que tuvo 13 hojas en promedio y la menor cantidad correspondió a Pache, con 12 hojas. Para el caso del diámetro del tallo, todas las variedades mostraron

una tendencia creciente a través del tiempo, igual que para la altura y el número de hojas. Se encontraron diferencias estadísticas a los 30 y 120 días después del trasplante. El diámetro mayor fue de 2.61 mm y correspondió a Típica; pero el valor más bajo se reportó en Pache con 2.31 mm, diferencia que fue estadísticamente significativa. El diámetro que alcanzó el tallo de la planta, no parece ser una característica que dependa solamente de la variedad; sino que estaría muy influenciada por factores ambientales ya que los valores más altos no siempre corresponden a las plantas de porte alto. Con respecto a la materia seca, se registró un mayor valor en la variedad Catimor con 2.78 g. Los valores más bajos, se registraron en la variedad de Típica con 2.05 g, Caturra roja con 2.0 g, Bourbón Rojo con 1.98 g y Pache con 1.97; pero estos valores no fueron estadísticamente diferentes. Un mayor peso seco de Catimor, se explica por el vigor de la planta, es una variedad de alta productividad, vigorosa y con una ramificación abundante. También se sabe que posee un tronco grueso y poco flexible. Respecto a las variables fisiológicas, el mayor nivel de prolina

correspondió a Pache con $13.98 [\mu\text{M} \times (\text{g PF})^{-1}]$; valor estadísticamente similar al obtenido en Caturra Roja y Típica. El menor valor correspondió a Catimor con $4.66 [\mu\text{M} \times (\text{g PF})^{-1}]$ que fue estadísticamente similar al nivel encontrado en Bourbon Rojo. Estos resultados sugerirían que Pache, Caturra y Típica soportarían mejores situaciones de estrés ya que numerosos estudios han confirmado los efectos benéficos de la acumulación de prolina en la protección de las plantas a diversos tipos de estrés, aunque la acumulación de este aminoácido, no representa una condición excluyente para la tolerancia al estrés. El mayor nivel de nitrato reductasa se encontró en la variedad Típica con $0.11 [\mu\text{M NO}_2 \times (\text{g PF})^{-1} \text{h}^{-1}]$; pero fue estadísticamente similar a Bourbon Rojo, Caturra Roja y Catimor. El menor nivel se registró en Pache que alcanzó $0.07 [\mu\text{M NO}_2 \times (\text{g PF})^{-1} \text{h}^{-1}]$; en este caso estadísticamente similar también a Bourbon Rojo, Caturra Roja y Catimor. Los resultados sugieren que Típica, comparada con Pache, tiene mayor capacidad para reducir el nitrato y pasarlo a amonio e incorporarlo a los esqueletos carbonados. Pero la reducción de nitratos depende de la especie, la edad y el suministro de nitratos. También de la intensidad luminosa a la que está expuesta la planta, la fuente de nitrógeno, la temperatura y otros. No se tiene referencia de los niveles de esta enzima en plantas de café; pero es probable que estas sean bajas pues en suelos ácidos la reducción del NO_3 , se realiza preferentemente en la raíz y en este estudio el pH del sustrato utilizado fue de 5.93. El mayor número de estomas por unidad de área, se registró en Típica con 202.44 unidades mm^{-2} y el menor número en Catimor con 117.99 unidades mm^{-2} . No se tiene referencias del número de estomas mm^{-2} , para cada una de las variedades evaluadas; pero en el caso de Típica se ha reportado 160 estomas mm^{-2} . En café, se sabe que la cantidad de estomas puede variar, según los cultivares y también por las variaciones climáticas. Además, la estructura y área foliar puede cambiar dependiendo si las plantaciones están con sombra o a plena exposición solar. De manera general, cada milímetro cuadrado de superficie foliar de las plantas tiene en promedio 100 estomas, aunque en algunos casos, el número puede ser 10 veces mayor, en este estudio, el promedio de estomas en hojas de café, fue de 153 unidades mm^{-2} . Además, la apertura de estomas, fue mayor en Catimor ($20 \mu\text{m}$) y Pache fue la variedad, que registró el menor valor ($13.48 \mu\text{m}$), la longitud promedio de apertura de estomas fue de $15.74 \mu\text{m}$. Mientras que el mesófilo fue mucho más

grueso en Catimor y el más delgado correspondió a Típica (Julca-Otiniano et al., 2015a).

A nivel de vivero, también se ha evaluado la respuesta de seis variedades de café al estrés hídrico en San Ramón, Chanchamayo. Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 3 tratamientos y 12 repeticiones para cada una de las 6 variedades estudiadas (Típica, Caturra Roja, Caturra Amarillo, Pache, Bourbon y Catimor) y donde cada repetición correspondió a una planta/bolsa. Para generar condiciones de estrés en la planta, se usaron tres niveles de reposición de riego, calculados considerando la evapotranspiración acumulada de dos días (ETc). En T1 no hubo reposición (0 %), en T2 se repuso solamente el 60 % y en T3, el 120 % de lo que perdió la planta por evapotranspiración. Se evaluaron parámetros biométricos como altura, diámetro del tallo, número de hojas de las plantas, además del peso seco total de cada planta. Los resultados obtenidos en este ensayo indican que el estrés hídrico afectó negativamente el crecimiento de las plantas de café. En todas las variedades, el crecimiento longitudinal (altura de planta), se detuvo 60 días después de someterlas a condiciones de estrés (ETc0). El crecimiento radial (diámetro del tallo), decreció 60 días después de someterlas a condiciones de estrés (ETc0), la emisión de hojas se detuvo, 60 días después de someterlas a condiciones de estrés (ETc0) y la producción de materia seca disminuyó de manera significativa (ETc0). En Típica, Caturra Roja, Pache y Bourbon Rojo, la relación peso seco de raíces / peso seco parte aérea, fue mayor con ETc0; mientras que en Catimor y Caturra Amarillo, lo fue con ETc60 (Julca-Otiniano et al., 2015b).

A nivel de campo, se sabe que Julca-Otiniano et al. (2018a), evaluaron el comportamiento de los cultivares Catimor, Colombia y Costa Rica 95, en el Valle de El Perené, en Junín. El experimento se realizó en la Finca "Alto Florida", ubicada a $1\ 250$ m s.n.m. Se encontró que los tres cultivares estudiados tienen características fenotípicas muy similares, pueden considerarse resistentes a la "roya"; pero susceptibles a otros problemas fitosanitarios importantes. Los tres cultivares tuvieron una productividad mayor al promedio nacional estimado en 0.69 t ha^{-1} , pues Costa Rica 95 tuvo un rendimiento de 2.20 t ha^{-1} , seguido de Colombia (1.75 t ha^{-1}) y Catimor (1.65 t ha^{-1}), cálculos que fueron realizados con una densidad de plantación de 5000 plantas ha^{-1} . En general, el cultivar Colombia mostró mayor puntaje para calidad de taza (82.05)

seguido de Costa Rica 95 (80.89) y de Catimor (79.93), valores que, a los dos primeros, los calificaría como cafés especiales.

Otros estudios para conocer el comportamiento de las variedades de café, se han desarrollado en el BG-UNALM, que está instalado en el Fundo “La Génova” del Instituto Regional de Desarrollo de la Selva (IRD-Selva) de la UNALM; ubicado en el distrito de San Ramón, Chanchamayo (Junín), a una altitud de 965 m s.n.m., 11°05.790' LS y 75°20.969' LO. En la zona, registra una precipitación promedio cercana a los 2000 mm/año, la temperatura mínima se registra en los meses de junio (21.47 °C) y julio (21.32 °C) y la máxima en octubre (23.76 °C), la mayor humedad relativa se presenta en enero (89.79%) y la mínima en octubre (76.52%). El suelo es de textura franco arenoso, con una CIC de 16.80 meq 100g⁻¹ y una acidez cambiante es de 0.10 meq 100g⁻¹ de suelo. El pH es ácido (5.17), con un nivel medio de materia orgánica (4.14 %) y altos niveles de fósforo (18.3 ppm) y potasio (144 ppm). En el BG-UNALM, se tiene más de 150 accesiones de café, los que han sido caracterizados con cierto detalle en trabajos realizados entre 2013 hasta 2017 y que ha sido documentada a través de diversas publicaciones (Apaza, 2013; Maldonado, 2016; Alvarado, 2016; Vértiz, 2017; Julca-Otiniano et al. 2018b; Julca-Otiniano et al. 2019; Julca-Otiniano et al. 2020).

En este documento, se presentan de manera diferenciada, los resultados más importantes, para un grupo selecto de ocho cultivares seleccionados por su calidad de taza, tanto del germoplasma introducido desde Brasil (“germoplasma brasileño”), como del germoplasma colectado en nuestro país (“germoplasma peruano”). En el primer grupo, todos los cultivares estudiados tuvieron un comportamiento diferente, tanto para las variables cualitativas como cuantitativas. Los mayores valores de altura de planta, diámetro de tallo, longitud de entrenudos en tallo y longitud de entrenudos en ramas, correspondió a Apoatá IAC 2258, que se ha dicho, pertenece a *C. canephora* y está recomendada para ser usada como portainjerto. Este cultivar y Obatá IAC 1669-20 no presentaron roya; pero se recomienda continuar evaluando la respuesta de esta enfermedad, sobre todo en Obatá, para tener mayor certeza de comportamiento a esta enfermedad en nuestro país. Caturra Vermelho Col.8 IAC 477 y Mundo Novo IAC 515-20 presentaron los mayores niveles de infestación de broca; mientras que los valores más bajos correspondieron a Apoatá IAC 2258, Ouro

Verde IAC H5010-5 y Acaíá IAC 474-19. El mayor peso de café pergamino seco lo tuvieron Apoatá y Catuaí Vermelho IAC 99 y la relación café pergamino/café cerezo estuvo entre 0.21 (Apoatá) a 0.33 (Mundo Novo IAC 376-4 = Bourbon Vermelho IAC 662). La mayor calidad física correspondió a Icatu Amarelo IAC 2944-6 y el valor más bajo a Ouro Verde IAC H510-5. En julio 2018, se evaluó la calidad organoléptica de algunos de estos cultivares y se encontró que el Catuaí Vermelho IAC 144 tuvo 84.63 puntos, seguido de Catuaí Vermelho IAC 99 (84.25), Catuaí Amarelo IAC 86 (83.63), Laurina IAC 870 (83.25), Obatá IAC 166920 (83.13), Catuaí Amarelo IAC 62 (82.25), Caturra Vermelho IAC477 (82.0) y Acaíá IAC 474-19 (81.25). Todos entrarían a la categoría de cafés especiales, según la SCAA, por tener más de 80 puntos (Julca-Otiniano et al., 2018a), un resumen de las ocho variedades brasileñas con resultados más importantes, se presenta en la Figura 5. En el germoplasma peruano, se encontraron variedades con rendimiento mayores al promedio nacional, con incidencia baja de roya y con puntajes en taza iguales o mayores a los 80 puntos. Destacan los genotipos pertenecientes al grupo de los Catimores, como la UNACAF-90, UNACAF-135. En los otros cultivares, se registraron entre 80 a 83.75 puntos en calidad de taza; pero una incidencia variable de roya que estuvo entre 23.96 a 57.17 %. El nivel de infestación de la “broca” fue relativamente alta y se tuvo valores entre 13.84 a 30.47 % (Figura 5). En el 2014, parte del germoplasma introducido desde Brasil, fue obsequiado a algunos agricultores de la selva central (Juan Luis Vier, Cedro Pampa, Villa Rica), José Talaverano (Eneñas, Villa Rica), Omar Buendía (Pichanaki, Chanchamayo) y Gení Fundes (Caserío Grau, Chanchamayo), en el marco de un proyecto de investigación con el objetivo de conocer el comportamiento de las variedades brasileñas en diferentes localidades de la selva central del Perú. El compromiso fue que la instalación, manejo y evaluación de los ensayos eran responsabilidad de los fundos y la UNALM acompañaría en la evaluación y procesaría los datos obtenidos. A la cosecha, los dueños de los fundos invitarían a sus vecinos para que conozcan las variedades y podrían regalar la semilla cosechada a los interesados, según sus preferencias (Julca-Otiniano et al., 2018b), lamentablemente esos acuerdos no se cumplieron. Hace poco, a inicios del 2020, la UNALM, donó al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), semillas de 20 accesiones del BG de café, entre las que destacan las variedades brasileñas Obata IAC 166920, Acaia IAC 474-19. También están en este grupo variedades colectadas

en el país como Geisha, Colombia y varios genotipos del grupo de los Catimores. Con este material, el

INIA realizan ensayos de comportamiento de variedades en Pichanaki y en la zona del VRAEM.



Figura 4. Principales características de algunas variedades de café introducidos desde el Instituto Agronómico de Campiñas de Brasil en el 2010 (“germoplasma brasileño”) y evaluados en la localidad de San Ramón, Chanchamayo a una altitud de 965 m s.n.m. (Tomado de: Julca-Otiniano et al., 2020).

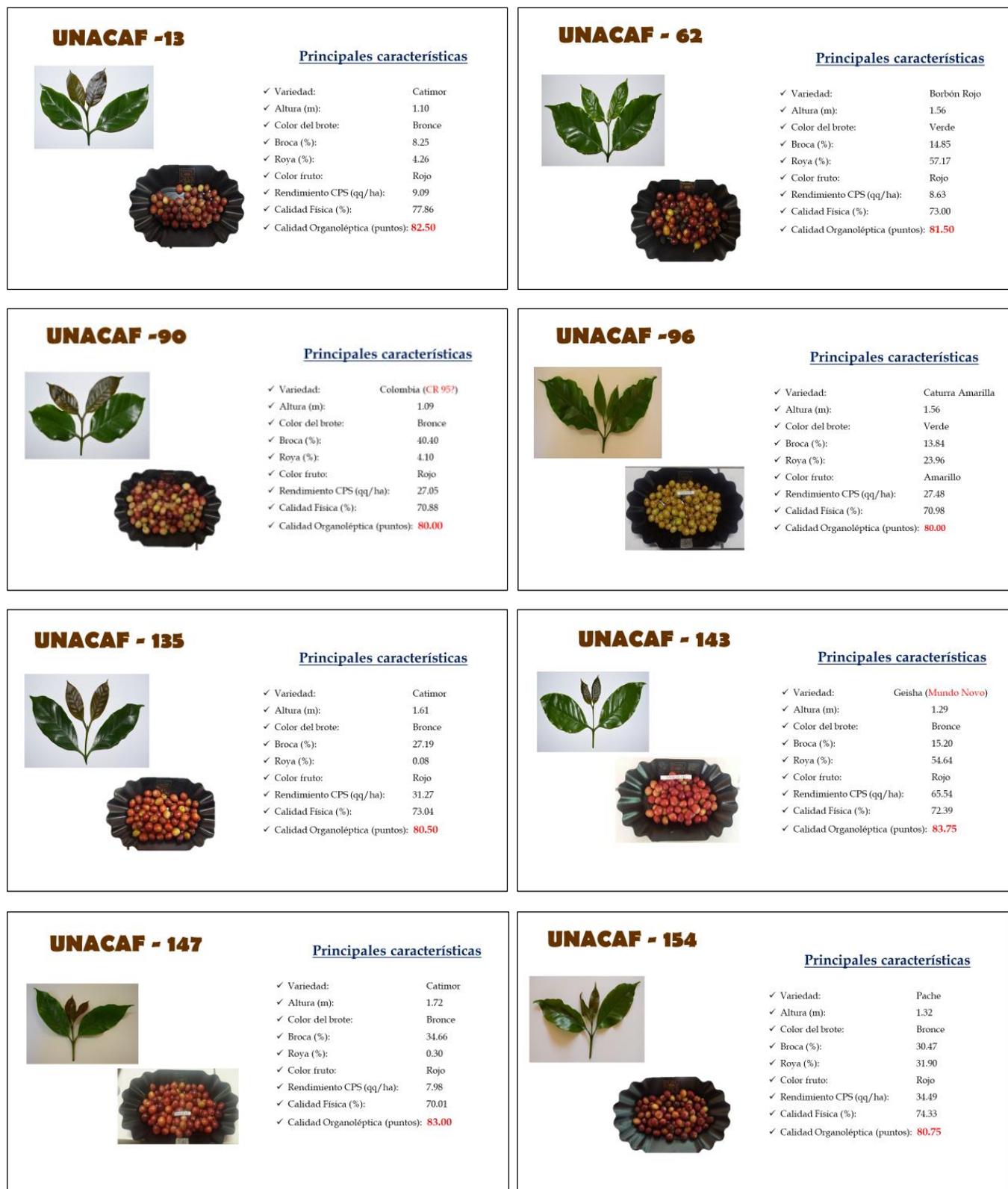


Figura 5. Principales características de algunos cultivares de café colectados en zonas cafetaleras del Perú en el 2010 (“germoplasma peruano”) y evaluados en la localidad de San Ramón, Chanchamayo a una altitud de 965 m s.n.m. (Tomado de: Julca-Otiniano et al., 2020).

PERSPECTIVAS FUTURAS

En los próximos años, se espera tener información disponible en nuestro país, del comportamiento de las 35 variedades como Ruiru, Paraíso, Kartila 1, Batian, Andungsari, Catiga MG2, USDA 762, que vienen siendo evaluadas en el marco del ensayo mundial de variedades, ejecutada por WCR y que en nuestro país coordina la JNC. De igual manera de las 46 variedades introducidas en el 2021 por el INIA desde el CATIE de Costa Rica y que se encuentran bajo cuarentena en la EE Pichanaki en la selva central, para su posterior evaluación en el campo. En este grupo de variedades, se encuentran las tradicionales y ya conocidas en el país, pero también hay otras de origen africano como Mibirizi, Wush Wush Kaffa y Rume Sudan, que se dice, tienen buena calidad de

taza; pero son susceptibles a las principales enfermedades del cultivo. Todas estas iniciativas, son buenas porque permitirán conocer y documentar el comportamiento del germoplasma de café en el Perú. Esto es importante, porque en un país que tradicionalmente no cuenta con infraestructura física, recursos humanos y recursos financieros dedicados a desarrollar variedades mejoradas de café, la introducción de germoplasma, como método de mejoramiento genético, será la mejor estrategia a seguir. Pero igual, este trabajo debe responder a objetivos claramente definidos, hay que tener en cuenta que las variedades introducidas tienen características deseables para su país de origen, como es el caso de las variedades introducidas en el 2010 desde Brasil (Tabla 1).

Tabla 1. Características de las variedades de café introducidas desde el IAC de Brasil el año 2010 por la UNALM.

Nº	Variedades	Características
1	Catuai Amarelo IAC 86	Productividad/rusticidad/porte bajo
2	Caturra Amarelo IAC 476	Productividad/porte bajo
3	Laurina IAC 870	Óptima calidad de taza, bajo contenido de cafeína
4	Catuai Vermelho IAC 144	Productividad/rusticidad/porte bajo
5	Mundo Novo IAC 376-4	Productividad
6	Ouro Verde IAC H5010-5	Productividad/vigor
7	Bourbon Amarelo IAC J10	Productividad/maduración precoz
8	Caturra Vermelho IAC 477	Productividad/porte bajo
9	Obata IAC 1669-20	Rusticidad/porte bajo/R a roya
10	Ibairi IAC 4761	Excelente calidad de taza
11	Mundo Novo IAC 515-20	Productividad/rusticidad
12	Icatu Amarelo IAC 2944-6	Excelente calidad de taza
13	Catuai Amarelo IAC 62	Productividad/rusticidad/porte bajo
14	Acaia IAC 474-19	Frutos grandes
15	Catuai Vermelho IAC 99	Vigor de planta, bebida excelente
16	Bourbon Vermelho IAC 662	Excelente calidad de taza
17	Caturra Vermelho IAC 477	Bebida de óptima calidad
18	Caturra Amarelo co.8 IAC 476	Bebida de óptima calidad
19	C. <i>canephora</i> Cv. Apoata IAC 2258	Portainjerto, R a nematodos

Fuente: Julca-Otiniano et al. (2011).

Pero, en términos prácticos y a partir de la experiencia de la evaluación en el BG-UNALM, se podrían definir dos líneas de trabajo:

Para variedades resistentes a la “roya del café”

En este caso, las variedades seleccionadas por su resistencia a esta enfermedad (Tabla 2), podrían permitir obtener nuevas variedades en tiempos

relativamente cortos, las cuales, en conjunto, deben reunir las siguientes características:

- Plantas de porte bajo : ≤ 2.00 m de altura
- Incidencia de roya : 0 – 10 %
- Alto rendimiento en campo (CPS) : > 20 qq ha⁻¹
- Puntaje en taza (escala SCAA) : ≥ 80 puntos.

Tabla 2. Ranking de las mejores 21 accesiones de café en BG-UNALM considerando la incidencia de “roya”, rendimiento de café pergamino seco (CPS), calidad física y organoléptica.

Nº	Accesiones	Roya (%)	Accesiones	CPS (qq ha ⁻¹)	Accesiones	Calidad Física (%)	Accesiones	Calidad Organoléptica (pts)
1	UNACAF-30	0.00	UNACAF-56	97.49	UNACAF-31	80.17	UNACAF-97	85.00
2	UNACAF-31	0.00	UNACAF-32	70.63	UNACAF-09	79.22	UNACAF-143	83.75
3	UNACAF-63	0.00	UNACAF-199	65.58	UNACAF-14	78.91	UNACAF-147	83.00
4	UNACAF-70	0.00	UNACAF-143	65.54	UNACAF-80	78.73	UNACAF-222	82.75
5	UNACAF-79	0.00	UNACAF-11	65.39	UNACAF-68	78.00	UNACAF-13	82.50
6	UNACAF-80	0.00	UNACAF-48	63.89	UNACAF-85	77.93	UNACAF-119	82.00
7	UNACAF-91	0.00	UNACAF-67	63.70	UNACAF-13	77.86	UNACAF-144	81.75
8	UNACAF-159	0.00	UNACAF-227	61.10	UNACAF-30	77.85	UNACAF-62	81.50
9	UNACAF-161	0.00	UNACAF-31	61.01	UNACAF-23	77.64	UNACAF-178	81.50
10	UNACAF-225	0.00	UNACAF-111	60.83	UNACAF-55	77.53	UNACAF-32	81.00
11	UNACAF-171	0.00	UNACAF-89	60.53	UNACAF-45	77.50	UNACAF-175	81.00
12	UNACAF-220	0.03	UNACAF-161	60.35	UNACAF-32	77.30	UNACAF-113	80.75
13	UNACAF-55	0.08	UNACAF-68	59.88	UNACAF-79	77.17	UNACAF-154	80.75
14	UNACAF-135	0.08	UNACAF-153	59.55	UNACAF-167	76.88	UNACAF-159	80.75
15	UNACAF-121	0.09	UNACAF-124	59.31	UNACAF-214	76.87	UNACAF-87	80.50
16	UNACAF-153	0.10	UNACAF-158	54.77	UNACAF-149	76.84	UNACAF-135	80.50
17	UNACAF-210	0.10	UNACAF-121	54.65	UNACAF-78	76.74	UNACAF-56	80.25
18	UNACAF-137	0.11	UNACAF-172	51.36	UNACAF-103	76.69	UNACAF-57	80.25
19	UNACAF-160	0.11	UNACAF-66	50.74	UNACAF-70	76.66	UNACAF-90	80.00
20	UNACAF-180	0.11	UNACAF-63	50.72	UNACAF-139	76.55	UNACAF-96	80.00
21	UNACAF-164	0.13	UNACAF-102	50.32	UNACAF-67	76.50	UNACAF-140	80.00

Fuente: Adaptado de Julca-Otiniano et al. (2020).

Para variedades con alta calidad de taza

Estas variedades son susceptibles a la “roya del café”, con los que se empieza un trabajo de mejoramiento por mutaciones, que va tomar años. La ventaja de esta vía es que se puede trabajar con variedades ya aceptadas por los productores de café, como podría ser el caso de Típica y se empieza tratando la semilla con rayos gamma, por ejemplo, a una dosis de 100 Gy (Quintana et al., 2019). Igual que en el caso anterior, se buscará que las nuevas variedades, reúnan las siguientes características:

- Incidencia de roya : 0 – 10 %
- Alto rendimiento en campo (CPS) : > 20 qq ha⁻¹
- Puntaje en taza (escala SCAA) : ≥ 80 puntos

BIBLIOGRAFÍA

Aga, E. 2005. Molecular genetic diversity study of forest coffee tree (*Coffea arabica* L.) populations in Ethiopia: implications for conservation and breeding. Ph.D. thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae.

Aggarwal, RK; PS, Hendre; RK, Varshney; PR, Bhat; V, Krishnakumar; L, Singh. 2007. Identification, characterization and utilization of EST-derived genic microsatellite markers for genome analyses of coffee and related species. Theoretical and Applied Genetics 114(2):359–372.

Alvarado, G; Puerta, G. 2002. La variedad Colombia y sus características de calidad física y organoléptica. Cenicafé. Avances Técnicos 303. 4pp.

Alvarado, G; Posada, H; Cortina, H. 2005. Castillo: Nueva variedad de café con resistencia a la roya. Cenicafé. Avances Técnicos 337. 8pp.

Alvarado, L. 2016. Caracterización agronómica de 95 accesiones de café (*Coffea arabica* L.) en San Ramón, Chanchamayo, año 2016. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Anthony, F; Bertrand, B; Quiros, O. 2001. Genetic diversity of wild coffee (*Coffea arabica* L.) using molecular markers. Euphytica 118(1):53-65.

Anzueto, F; Bertrand, B; Sarah, JL; Eskes, AB; Decazy, B. 2001. Resistance to *Meloidogyne incognita* in Ethiopian *Coffea arabica* origins: detection and study of resistance transmission. Euphytica 118:1-8.

Apaza, A. 2013. Caracterización morfológica y de calidad de 71 accesiones de café (*Coffea arabica* L.) en San Ramón, Chanchamayo. Tesis Lic. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Baruah, A; Naik, V; Hendre, VS; Rajkumar, R; Rajendrakumar, P; Aggarwal, RK. 2003. Isolation and characterization of nine microsatellite markers from *Coffea arabica* L., showing wide cross-species amplifications. Molecular Ecology Notes 3(4):647-650.

Bertrand, B; Anthony, F; Lashermes, P. 2001. Breeding for resistance to *Meloidogyne exigua* in *Coffea arabica* by introgression of resistance genes of *Coffea canephora*. Plant Pathology 50(5):637-643.

- Bertrand, B; Pena, MX; Anzueto, F. 2000. Genetic study of *Coffea canephora* coffee tree resistance to *Meloidogyne incognita* nematodes in Guatemala and *Meloidogyne* sp. nematodes in El Salvador for selection of rootstock varieties in Central America. *Euphytica* 113(2):79-86.
- Botelho, CE; Rezende, JC; Carvalho, GR; Carvalho, AM. 2010. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de café arábica em minas gerais. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 45:1404-1411.
- Capot, J. 1977. L'amélioration du caféier Robusta en Côte d'Ivoire. *Café Cacao Thé* 21: 233-244
- Carvalho, CHS; Fazuoli, LC; Carvalho, GR; Guerreiro, O; Pereira, A; Almeida, SR de; Matiello, JB; Bartholo, GF; Sera, T; Moura, WM; Mendes, A; Rezende, JC; Fonseca, A da; Ferrão, MG; Ferrão, RG; Nacif, AP; Silvarolla, MB; Braghini, MT. 2010. Cultivares de café arábica de porte baixo. En: *Cultivares de café. Oríem, características e recomendações*. Embrapa Café. Brasília. Capítulo 9:157-226.
- Cenci, A; Combes, MC; Lashermes, P. 2012. Genome evolution in diploid and tetraploid *Coffea* species as revealed by comparative analysis of orthologous genome segments. *Plant Mol. Biol.* 78:135-145.
- Charrier, A; Berthaud, J. 1985. Botanical classification of coffee. In *Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage*; Clifford, M.N., Wilson, K.C., Eds.; Croom Helm: London, UK; Sydney, Australia, ISBN 978-1-4615-6659-5.
- Clarindo, WR; Carvalho, CR. 2009. Comparison of the *Coffea canephora* and *C. arabica* karyotype based on chromosomal DNA content (en línea). *Plant Cell Rep.* 28:73-81. Consultado 11 feb. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s00299-008-0621-y>
- Coronel, D. 2019. Identificación de variedades de café especial en las parcelas agroforestales certificadas en Jaen y San Ignacio (en línea). Universidad Nacional de Jaen, Cajamarca, Perú. Consultado 12 dic. 2022. Disponible en <http://m.repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/119>
- Cubry, P; Musoli, P; Legnate, H. 2008. Diversity in coffee assessed with SSR markers: Structure of the genus *Coffea* and perspectives for breeding. *Genome* 51(1):50-63.
- Da Silva, BSR; Santana, GC; Chaves, CL; Godoy, L; Ferreira, RV; Sera, GH; Pereira, LF. 2019. Population structure and genetic relationships between Ethiopian and Brazilian *Coffea arabica* genotypes revealed by SSR markers. *Genetica*.
- Davis, P; Govaerts, R; Bridson, D; Stoffelen, P. 2006. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae) *Botanical Journal of the Linnean Society* 152(4):465-512.
- Fazuoli, LC; Carvalho, C; Rodrigues, G; Guerreiro, O; Alves, A; Ferreira, G; De Melo, W; Bernadete, M; Toma, M. 2010. Cultivares de café arábica de porte alto. En: *Cultivares de café. Oríem, características e recomendações*. Embrapa Café. Brasília. Capítulo 10:227-254.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - FNCC (2020, mayo 12) Variedades mejoradas de café (Archivo de video). Consultado 13 mar. 2023. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=8oGIGi_Zzss
- Gichuru, EK; Agwanda, C; Combes, MC; Mutitu, EW; Ngugi, ECK; Bertrand, B; Lashermes, P. 2008. Identification of Molecular Markers Linked to a Gene Conferring Resistance to Coffee Berry Disease (*Colletotrichum kahawae*) in *Coffea arabica*. *Plant Pathol.* 57:1117-1124.
- Guerreiro, O; Fazuoli, LC; Da Eira, A. s/f. Cultivares de *Coffea arabica* seleccionadas pelo IAC: características botánicas, tecnológicas, agronómicas e descritores mínimos.
- International Coffee Organization (ICO). 2020. *ICO Coffee Production 2020*.
- Julca-Otiniano, A; Alarcón, G; Alvarado, L; Borjas, R y Castro-Cepero, V. 2018b. Comportamiento de tres cultivares de café (Catimor, Colombia y Costa Rica 95) en el valle de El Perené, Junín, Perú. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.* 34(3):205-215.
- Julca-Otiniano, A; Blas, R; Borjas, R; Bello, S; Anahuí, J; Talaverano, D; Crespo, R y Fundes, G. 2010. Informe de colecta de germoplasma de café en el Perú. UNALM-FDA-Café Perú-FINCYT. Lima. 38 p.
- Julca-Otiniano, A; Blas, R; Cruz, R; Bello, A; Borjas, R; Talaverano, D; Anahuí, J; Fazuoli, R; Thomaziello, R; Guerreiro Filho, O. 2011. Introducción de variedades de café desde Brasil. UNALM-FDA-Café Perú-FINCYT. Lima. 29 p.
- Julca-Otiniano, A; Borjas, R; Alvarado, L; Castro-Cepero, V; Bello, N y Bello, S. 2020. Comportamiento de variedades de café en San Ramón, Chanchamayo. UNALM. Lima. 54 p.
- Julca-Otiniano, A; Echevarría, C; Cruz, R; Borjas, R y Bello, S. 2015a. Comparativo en vivero de cinco variedades de café (*Coffea arabica* L.) en San Ramón, Chanchamayo. *Journal of the Interamerican Society for Tropical Horticulture* 56:86-90.
- Julca-Otiniano, A; Echevarría, C; Cruz, R; Bello, S. 2015b. Respuesta en vivero de seis variedades de café (*Coffea arabica* L.) al estrés hídrico en San Ramón, Chanchamayo. *Journal of the Interamerican Society for Tropical Horticulture* 56:77-81.
- Julca-Otiniano, A; Ladera, Y; Alvarado, L; Borjas, R; Castro-Cepero, V; Apaza, A; Maldonado, C; Vertiz, R; Bello, S y Jiménez, J. 2019. Caracterización agronómica de las accesiones del banco de germoplasma de café en San Ramón, Chanchamayo, Perú. UNALM. FDA. 69 p.
- Julca-Otiniano, A; Ladera, Y; Alvarado, L; Borjas, R; Vásquez, J; García, C; Jiménez, J y Castro-Cepero, V. 2018a. Comportamiento de variedades brasileñas en el banco de germoplasma de café en San Ramón-Chanchamayo. UNALM. FDA. 24 p.
- Kushalappa, AC; Eskes, AB. 1989. Advances in Coffee Rust Research. *Annual Review of Phytopathology* 27(1):503-531.

- Lashermes, P; Combes, MC; Topart, P; Graziosi, G; Bertrand, B; Anthony, F. 2000. Molecular breeding in coffee (*Coffea arabica* L.). En: Coffee Biotechnology and Quality. T. Sera, C. R. Soccol, A. Pandey, and S. Roussos, eds. Springer Netherlands, Dordrecht, The Netherlands.
- Lashermes, P; Combes, MC; Ansaldo, C; Gichuru, E; Noir, S. 2011. Analysis of alien introgression in coffee tree (*Coffea arabica* L.). *Molecular Breeding* 27(2): 223-232.
- Lashermes, P; Combes, MC; Robert, J. 1999. Molecular characterisation and origin of the *Coffea arabica* L. Genome. *Molecular and General Genetics* 261(2):259-266.
- Leroy, T; Ribeyre, F; Bertrand, B. 2006. Genetics of coffee quality. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 18(1):229-242.
- Leroy, T; Montagnon, C; Cilas, C. 1997. Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea canephora* Pierre. III Genetic gains and results of first cycle intergroup crosses. *Euphytica* 95:347-354
- Maldonado, C. 2016. Caracterización de 67 accesiones de café (*Coffea arabica* L.) en San Ramón, Chanchamayo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Moncada, P; McCouch, S. 2004. Simple sequence repeat diversity in diploid and tetraploid *Coffea* species. *Genome* 47(3):501-509.
- Moreno, G; Alvarado, G. 2000. La variedad Colombia: Veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del cafeto. *Cenicafé*. Colombia. 32p.
- Quintana, V; Alvarado, L; Saravia, D; Borjas, R; Castro-Cepero, V; Julca-Otiniano, A y Gómez, L. 2019. Gamma radiosensitivity of coffee (*Coffea arabica* L. var. Typica). *Peruvian Journal of Agronomy* 3(2): 74-80.
- Raina, SN; Mukai, Y; M. Yamamoto. 1999. In situ hybridization identifies the diploid progenitor species of *Coffea arabica* (Rubiaceae). *Theoretical and Applied Genetics* (97)8:1204-1209.
- Santana, MF; Zambolim, EM; Caixeta, ET; Zambolim, L. 2018. Population genetic structure of the coffee pathogen *Hemileia vastatrix* in Minas Gerais, Brazil. *Trop. Plant Pathol* 43:473-476.
- Saavedra, LM; Caixeta, ET; Barka, GD; Borém, A; Zambolim, L; Nascimento, M; Cruz, CD; Oliveira, AC; Pereira, A. 2023. Marker-Assisted Recurrent Selection for Pyramiding Leaf Rust and Coffee Berry Disease Resistance Alleles in *Coffea arabica* L. *Genes* 14: 189.
- Setotaw, TA; Caixeta, ET; Zambolim, EM; Sousa, TV; Pereira, AA; de Oliveira, ACB; Cruz, CD; Zambolim, L; Sakyama, NS. 2020. Genome Introgression of Híbrido de Timor and Its Potential to Develop High Cup Quality *C. arabica* Cultivars. *J. Agric. Sci.* 12:64-76.
- Silvestrini, M; Junqueira, MG; Favarin, AC. 2007. Genetic diversity and structure of Ethiopian, Yemen and Brazilian *Coffea arabica* L. accessions using microsatellites markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54(6):1367-1379.
- Tesfaye, K; Borsch, T; Govers, K; Bekele, E. 2007. Characterization of *Coffea* chloroplast microsatellites and evidence for the recent divergence of *C. arabica* and *C. eugenioides* chloroplast genomes. *Genome* 50(12):1112-1129.
- Várzea, VMP; Marques, DV. 2005. Population variability of *Hemileia vastatrix* vs. coffee durable resistance. In *Durable Resistance to Coffee Leaf Rust*; Zambolim, L., Zambolim, E.M., Várzea, V.M.P., Eds.; UFV: Vicosá, Brazil, pp. 53-74.
- Velásquez, R. 2019. Guía de variedades de café. Anacafé. Guatemala. 49 p.
- Vértiz, R. 2017. Caracterización agronómica de 85 accesiones de café (*Coffea arabica* L.) en San Ramón, Chanchamayo, año 2016. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Villain, L; Aribi, J; Reversat, G; Anthony, F. 2010. A high throughput method for early screening of coffee (*Coffea* spp.) genotypes for resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.),” *European Journal of Plant Pathology* 128(4):451-458.
- Villalta-Villalobos, J; Gatica-Arias, A. 2019. Una mirada en el tiempo: mejoramiento genético de café mediante la aplicación de la biotecnología. *Agronomía Mesoamericana* 30(2):577-599.
- Wintgens, JN. 2009. *Coffee: growing, processing, sustainable production*. Weinheim (Germany): Wiley-VCH Verlag. 976 p.
- World Coffee Research (WCR). 2019. Las variedades del café arábica. Portland. USA. 75 p.

Artículo recibido en: 16 de noviembre de 2022

Aceptado en: 10 de abril de 2023