

## **Caracterización morfológica de cinco variedades de café (*Coffea arabica* L.) y su resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*), en el Valle del Alto Huallaga, Tingo María**

Morphological characterization of five coffee varieties (*Coffea arabica* L.) and its resistance to rust (*Hemileia vastatrix*), in the Alto Huallaga Valley, Tingo María

<sup>1</sup>Cosme-De La Cruz Roberto, <sup>2</sup>Buendía-Molina, Marilyn,  
<sup>2</sup>Adama-Rojas Enrique y <sup>3</sup>Pocomucha-Poma Vicente

### **RESUMEN**

El objetivo fue caracterizar morfológicamente 13 caracteres cualitativos de cinco variedades de café de la especie *Coffea arabica* L. (Colombia, Catimor, Limani, Catuai y Caturra) y evaluar su grado de resistencia a la roya amarilla. La investigación se realizó, en el Centro Piloto de Innovación Tecnológica de café de la EEA Santa Ana, Tingo María. Se utilizó la lista de descriptores de café del *International Resources Institute* y se determinó los caracteres responsables de la mayor variabilidad en las variedades mediante el análisis multivariado de agrupamiento mediante software NTSYS 2.0. También, se evaluó la incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) en las cinco variedades. De las 13 características cualitativas evaluadas en cinco variedades, nueve características fueron similares (hábito de ramificación: con muchas ramas primarias y secundarias, ángulo de inserción: semi erecto, forma de estípula: oval, forma de la hoja: lanceolada, forma de ápice: apiculada, color del peciolo: verde, forma de fruto: oblonga, color de semilla: amarillo y forma de semilla: obovada) y en las cuatro restantes se observó diferencias (forma de planta, color de hoja madura, color de brotes y color de fruto). También, la variedad caturra se mostró como la más susceptible a la roya, mientras las variedades Colombia, Catimor y Limani se mostraron resistentes a la roya.

**Palabras clave:** análisis multivariado, correlación, descriptor, incidencia, Limani

### **ABSTRACT**

The objective was to morphologically characterize 13 qualitative characters of five coffee varieties of the *Coffea arabica* L. species (Colombia, Catimor, Limani, Catuai and Caturra) and to evaluate their degree of resistance to yellow rust. The research was carried out at the EEA Santa Ana Coffee Technological Innovation Pilot Center, Tingo María. The list of coffee descriptors from the International Resources Institute was used and the characters responsible for the greatest variability in the varieties were determined by means of multivariate analysis of grouping using NTSYS 2.0 software. Also, the incidence of rust (*Hemileia vastatrix*) in the five varieties was evaluated. Of the 13 qualitative

characteristics evaluated in five varieties, nine characteristics were similar (branching habit: with many primary and secondary branches, insertion angle: semi erect, stipule shape: oval, leaf shape: lanceolate, apex shape: apiculada, petiole color: green, fruit shape: oblong, seed color: yellow and seed shape: obovate) and in the remaining four differences were observed (shape of plant, color of mature leaf, color of buds and color of fruit). Also, the caturra variety was shown to be the most susceptible to rust, while the Colombia, Catimor and Limani varieties were resistant to rust.

**Key words:** multivariate analysis, correlation, descriptor, incidence, Limani

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

<sup>3</sup> Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

## INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica* L.), es un producto de gran importancia comercial en el mundo (Bolívar-González *et al.*, 2018), con un valor mínimo anual de aproximadamente US \$ 90 mil millones. Sus precios han aumentado un 160% durante los últimos años (ICO, 2018). Existen aproximadamente 100 especies del género *Coffea*, el 72% se encuentran en peligro de extinción (Davis *et al.*, 2006); sin embargo, las más comercializadas son *C. Arabica Larière*, *C. Canephora Pierre ex A. Froehner* (Robusta) y *C. Liberica Hiem.* (Aguilar-Rivera *et al.*, 2014). Brasil, es el principal país productor de grano tipo arábica y robusta (Lammel *et al.*, 2015), siendo destinado a la fabricación de café soluble el 50% de la producción de grano del mundo (Ballesteros *et al.*, 2014).

En el Perú, el cultivo de café es de importancia económica y social. SUNAT (2017) reportó un FOB de más de US\$ 694 millones, cifra que lo convierte en el principal producto de agro exportación del Perú y ocupa el segundo lugar a nivel mundial como productor y exportador de café orgánico. En lo social, aproximadamente 223,902 mil familias siembran 425,417 hectáreas (ha) de café, distribuidas en 15 regiones, 95 provincias y 450 distritos (Díaz y Carmen, 2017), generando más de 2 millones de empleos. Hasta el año 2015, el 100% de café cultivado, en el Perú, era arábico como

Typica, Caturra, Pache y Borboun, siendo la variedad Typica la más difundida antes de la presencia de la roya amarilla, caracterizada por su calidad de taza, calidad de grano, rendimiento y adaptabilidad a las condiciones agroecológicas; pero desde el año 2008, surgieron grupos de brotes de la roya del café en todas las regiones cafeteras de América, descrito como la gran roya (McCook y Vandermeer, 2015) que en los años 2012-2013 se convirtió en una epidemia grave en América Central (Boudrot *et al.*, 2016) afectando la productividad y producción de café, ocasionando pérdidas económicas para los caficultores del país (Díaz y Carmen, 2017). Asimismo, Valencia (2016) señala que Colombia ha perdido competitividad desde aproximadamente el año 2012, por efectos relacionado a la enfermedad de la roya en el cafeto; mientras que, México y Guatemala incrementan su producción por la renovación de los cafetales con nuevos cultivares, entre ellos las variedades de Catimores (Juárez-Bravo *et al.*, 2018).

La roya del café, es causada por el hongo *Hemileia vastatrix*, un patógeno biotrófico que afecta las hojas de *Coffea* y es considerada la enfermedad más importante en el cultivo a nivel mundial. Este hongo causa defoliación y reduce el rendimiento de los cafetos (Avelino *et al.*, 2015; Pérez-Fernández *et al.*, 2016). Entonces surge la necesidad de realizar investigaciones para obtener variedades de café resistente a la roya, lo que

reduciría notablemente el impacto de esta plaga en el café. En Centroamérica se implementaron acciones a corto y mediano plazo Tudela (2015); sin embargo, las principales estrategias para su manejo se enfocan especialmente hacia el control químico y el uso de variedades resistentes (Avelino *et al.*, 2015), otros muestrearon hojas de café arábico con pústulas de roya y presencia de posibles micoparásitos (Gómez-De La Cruz *et al.*, 2017). También, se realizaron trabajos de investigación para combatir la roya como el efecto de la sombra y pleno sol sobre la dispersión de *H. vastatrix*, se estudió con trampas Burkard en relación con los registros meteorológicos (Boudrot *et al.*, 2016).

El objetivo de este estudio fue caracterizar morfológicamente cinco variedades de café (Colombia, Catimor, Limani, Catuai y Caturra) de la especie *Coffea arábica* L. y evaluar la incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) en dichas variedades. Cabe indicar que, la mayoría de las variedades en estudio son resistentes y/o tolerantes a la enfermedad causada por el hongo *Hemileia vastatrix*, cuya calidad y variabilidad genética se pone en constante duda.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se realizó en el Centro Piloto de Innovación Tecnológica en Café, del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicado en el

caserío Cafesa, distrito Daniel Alomía Robles, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, Perú. Sus coordenadas geográficas: Latitud sur 8986345 S; Longitud oeste 18L 0398037 y altitud 798 m.s.n.m.

### Material vegetal y condiciones agronómicas

El material vegetal utilizado fue de la especie de café (*Coffea arábica* L.), variedades Colombia, Catimor, Limani, Catuai y Caturra; obtenida de Villa Rica, fundo Brack, productor de semillas de café. Se evaluaron cinco plantas por cada variedad, ubicadas en los tres surcos centrales de cada parcela. Previo a la evaluación, de 50 plantas se hizo la selección visual teniendo en cuenta que estas debían estar libres de plagas, enfermedades y sin signos de presencia de virus; además de no presentar deficiencias nutricionales. El cultivo de café se realizó en las mismas condiciones de producción local en cuanto a la época de siembra y labores culturales, el manejo agronómico se efectuó con la guía de manejo integrado del cultivo de café (INIA, 2009).

### Métodos empleados

La descripción se realizó en el año 2016, utilizando un total 13 caracteres de la lista de descriptores de café del *International Resources Institute* (IPGRI, 2016). Se obtuvieron un total de cinco datos por cada descriptor para cada una de las variedades. Las observaciones se tomaron según las especificaciones de época,

órganos y desarrollo de las plantas que indica el descriptor. Se evaluó: la parte vegetativa (aparición general, hábito de ramificación, ángulo de inserción de las ramas primarias, forma de la estípula, color de hoja madura, forma de la hoja, forma del ápice de la hoja, color del peciolo y color de brotes jóvenes), fructificación (forma de fruto y color de fruto maduro), semilla (color y forma de la semilla) e incidencia de la roya amarilla ocasionado por el hongo *Hemileia vastatrix*. La incidencia de la roya fue medida, al final de la campaña siguiendo la metodología empleada por Samayoa y Sánchez (2000), usando la fórmula: (número de hojas enfermas/número de hojas totales por rama) x100. Para este procedimiento se utilizó las ramas del tercio medio.

La cosecha fue selectiva, se seleccionaron los frutos maduros; luego se procedió con el despulpado, fermentado, lavado y secado. El despulpado, se realizó manualmente, con cuidado y separado por cada tratamiento, obteniéndose el café pergamino húmedo. El fermentado, se realizó con el fin de eliminar el mucílago que cubre al pergamino húmedo; para ello, se colocaron las muestras en bolsas plásticas por un periodo de 12 a 16 horas, obteniendo un grano áspero que al removerlo tiene un sonido del “cascajo” procediendo luego al lavado, con agua, para eliminar el mucílago y las sustancias solubles que se formaron durante el proceso de fermentación. Finalmente, el secado se realizó a temperatura ambiente

obteniéndose el café pergamino seco. El estudio se realizó bajo el diseño estadístico de Bloques Completo al Azar (DBCA), donde los cinco cultivares fueron considerados como tratamientos (1 cultivar = 1 tratamiento), con tres repeticiones. Para el caso de la incidencia de roya, los datos fueron previamente transformados con la ecuación  $X' = (\arcsen \sqrt{\%incidencia})$ .

La determinación de los caracteres responsables de la mayor variabilidad en las variedades, se obtuvo mediante el análisis multivariado de agrupamiento “*Cluster analysis*”, que emplea el programa NTSYS 2.0 (*Númeral taxonomy System*). Este análisis tiene por finalidad de identificar las características de mayor y de menor variación dentro de cada grupo fenotípico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cinco variedades de café estudiadas (Colombia, Limani, Caturra, Catimor y Catuai) presentaron en su mayoría características cualitativas similares, como varias ramas primarias con algunas secundarias, ángulo de inserción mayor a 90°, estípula oval, forma de hoja lanceolada, forma de ápice apiculada, color del peciolo verde, forma de fruto oblonga, color de semilla amarillo y forma de semilla obovada.

De las 13 características cualitativas evaluadas, se encontraron diferencias (Tabla 1), en la forma de planta, color de brotes jóvenes, color de fruto maduro y

color de hoja madura. En la variable forma de planta, la variedad Caturra presentó la forma arbustiforme el 20% y las otras variedades presentaron la piramidal en un 80%; similar resultado fue reportado por Alarcón (2016) para la variedad Catimor. Por otro lado, Julca-otiniano *et al.* (2018) para esta variedad reportaron forma de planta cónico. Mientras en la variable color de brotes jóvenes, las variedades Colombia, Caturra y Catuai presentaron coloración verdusca representando el 60%; mientras que las variedades de Limani y Catimor presentaron color marrón rojiza en un 40%. Alarcón (2016) indicó color rojo y pardo para la variedad Catimor y

Colombia respectivamente; mientras que, Julca-otiniano *et al.* (2018) obtuvieron color bronce claro y bronce para la variedad Catimor y Colombia respectivamente. Sin embargo, algunos autores han reportado brotes de color verde y bronce en diferentes linajes de Catimor (Severino *et al.*, 2001). En el color de fruto maduro las variedades Limani, Catimor y Catuai, mostraron el color rojo representando el 60%; mientras que la variedad Colombia presentó color rojo purpura en un 20% y la variedad Caturra manifestó color naranja rojizo en un 20%. Julca-otiniano *et al.* (2018) reportaron color rojo de fruto maduro en las variedades Catimor y Colombia.

**Tabla 1.** Frecuencia y variabilidad de características cualitativas de cinco variedades de café

Variedad	Forma de planta		Color de hoja madura		Color de brotes jóvenes		Color de fruto maduro		
	Colombia	Caturra	Colombia	Caturra	Caturra	Limani Catimor	Colombia	Limani Catimor Catuai	Caturra
	Piramidal	Abustiforme	Verde	Verdusca	Verdusca	Marron rojiza	Rojo purpura	Rojo	Naranja rojizo
Frecuencia	4	1	4	1	3	2	1	3	1
Porcentaje	80	20	80	20	60	40	20	60	20

**Incidencia de la roya**

El análisis de variancia indicó en su fuente de variación alta significación estadística para variedades, no encontrándose significación estadística para bloques y, el coeficiente de variabilidad fue de 28,09%. La variedad Caturra presentó la mayor incidencia de roya con 56,26%, siendo estadísticamente similar a la variedad Catuai con 38,53%; mientras que, la variedad Limani no presentó incidencia de roya y es estadísticamente diferente a la

Caturra (Figura 1). Similar resultado fue reportado por Alarcón (2016) quien obtuvo para la variedad Caturra y Catimor, 40% y 0% respectivamente de incidencia de roya amarilla del café. La variedad Caturra es altamente susceptible a la roya (Rivillas *et al.*, 2017). Julca-otiniano *et al.* (2018) reportaron incidencia baja de la enfermedad para la variedad Catimor (1,68%), seguido de Colombia (6,22%) y Costa Rica 95 (6,96%).

La variedad Caturra presentó la mayor incidencia de roya con 56,26%, siendo estadísticamente similar a la variedad Catuai con 38,53%; mientras que, la variedad Limani presentó no presentó incidencia de roya y es estadísticamente diferente a la variedad Caturra (Figura 1). Similares resultados fueron reportados por Alarcón (2016) quien obtuvo para la variedad Caturra y Catimor, 40% y 0% respectivamente de incidencia de roya amarilla del café. Julca-otiniano *et al.* (2018) reportó baja incidencia de la enfermedad para la variedad Catimor (1,68%), seguido de Colombia (6,22%) y Costa Rica 95 (6,96%). Alvarado-Alvarado (2004) concluye que la variedad Colombia es más resistente a la roya que la variedad Caturra. Los tres cultivares (Colombia, Catimor y Limani) son considerados resistentes. Moreno y Alvarado (2000) y Escamilla *et al.* (2015) consideran a la variedad Colombia como un cultivar resistente a esta enfermedad; mientras que, Julca-Otiniano *et al.* (2018) consideran a Catimor, Colombia y Costa Rica 95 resistentes a la raza II de la roya. Además, Catimor posee el factor de resistencia SHG y otros factores que le dan resistencia total a la enfermedad. Moreno y Alvarado (2000) señalaron que la resistencia es un estado de menos enfermedad o la capacidad de un hospedero para limitar el crecimiento de un patógeno y es verdadera cuando es controlada por uno o más genes. La roya, es la principal enfermedad que afecta la producción en el mundo (Bustamante *et al.*, 2001). Siendo la resistencia a *Hemileia vastatrix*, agente causal de la roya, uno de los objetivos de los programas de mejoramiento genético de *C. arabica* en Latinoamérica.

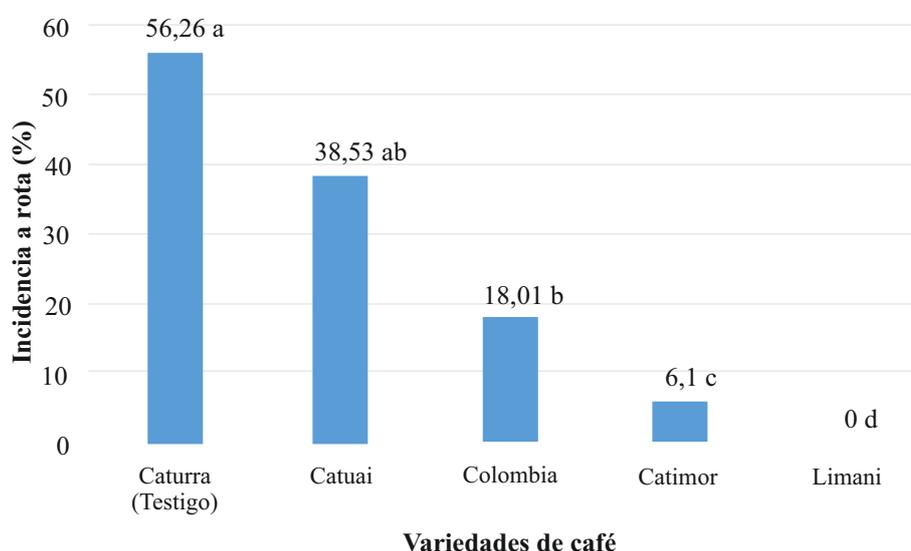


Figura 1. Promedios para incidencia de roya con datos transformación a arco seno según Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

En la Tabla 2, se observan los resultados del análisis de correlación de Pearson, se puede observar que la variable incidencia de roya presenta una asociación significación positiva ( $r=0,699$ ) con el número de nudos por ramas (nnpr) y una asociación significativa negativa ( $r=-0,713$ ) con la variable peso de 100 semillas de fruto maduros (pcfm). Así mismo se encontraron asociación positiva ( $r=0,701$ ) del rendimiento de café (rdto) pergamino (qq/ha) con la variable número de ramas por planta (nrpp) y una asociación negativa ( $r=-0,653$ ) entre peso de 100 semillas de fruto maduros (pcfm) con el número de nudos por ramas (nnpr).

**Tabla 2.** Análisis de correlación de Pearson para cinco variables cuantitativas

Variables		Nrpp	nnpr	pcfm	Incidencia de Roya	rdto (qq/ha)
Nrpp	r	1				
	P-valor					
Nnpr	r	0,120	1			
	P-valor	0,669				
Pcfm	r	0,273	-0,653**	1		
	P-valor	0,326	0,008			
Incidencia de Roya	R	-0,085	0,699**	-0,713**	1	
	P-valor	0,762	0,004	0,003		
rdto (qq/ha)	R	0,701**	0,060	0,046	0,025	1
	P-valor	0,004	0,832	0,870	0,931	

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01

En la Figura 2 se observan los pesos que dan los dos primeros componentes principales (82,58%) para características evaluadas, donde el primer componente (Dim 1) muestra el 47,87% de toda la información que muestran las variables cuantitativas evaluadas, en las cinco variedades de café. Se observa que las variables que presentan mayor aporte positivo son la incidencia a la roya y número de nudos por rama (nnpr), sin embargo, la variable peso de 100 semillas de fruto maduros (pcfm) muestra un aporte negativo. Mientras que el segundo componente principal (Dim 2) presentó el 34,71% de la información, teniendo mayor aporte positivo las variables

rendimiento de café pergamino (qq/ha) y número de ramas por planta (nrpp), para las cinco variedades de café.

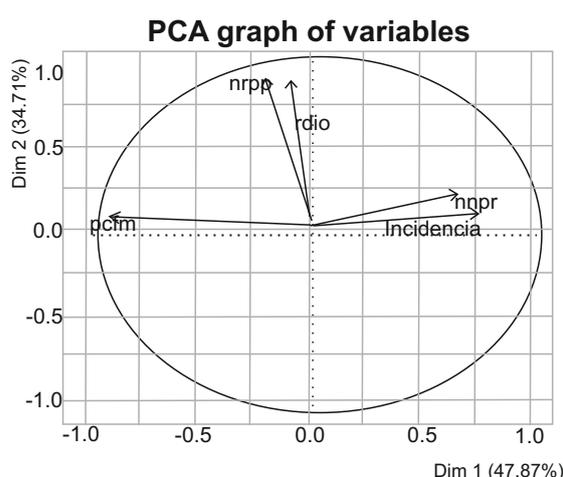


Figura 2. Correlación entre descriptores cuantitativos y los primeros dos componentes principales Dim 1 y Dim 2.

En la Figura 3 se observan los pesos que dan los dos primeros componentes principales (82,6%) para las cinco variedades de café, se observa que las variedades Limani y Catimor muestran similitud y muestran diferencias en su comportamiento a las otras variedades de Catuai, Colombia y Caturra, que conforman similitud entre ellos.

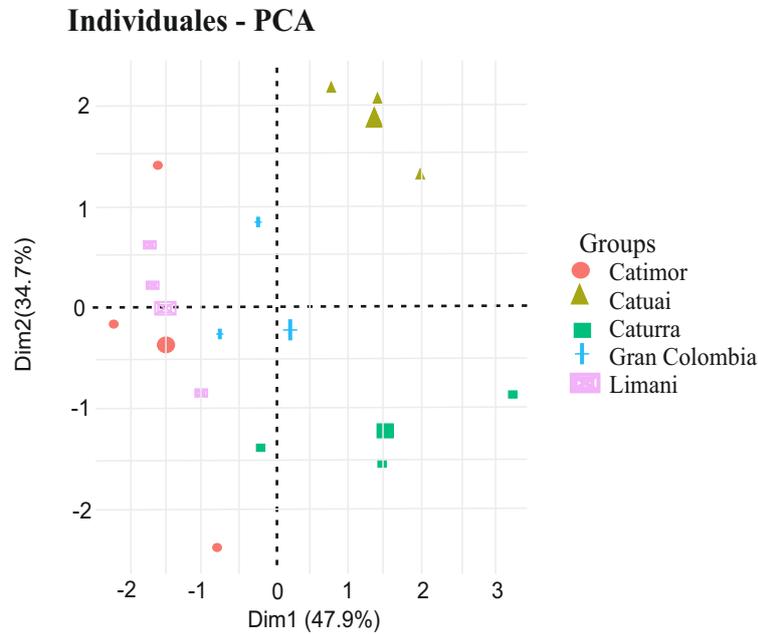


Figura 3: Variación fenotípica de las variedades de café, explicado por los componentes principales CP1 y Cp2.

**Agrupación de las variedades de café en función de las variables cuantitativas**

El método de agrupamiento jerárquico de Ward permitió identificar dos grupos (Figura 4). El grupo 1 está conformado por las variedades Catimor y Limani, mientras el grupo 2 está formado por la variedad Caturra, Colombia, y Catuai.

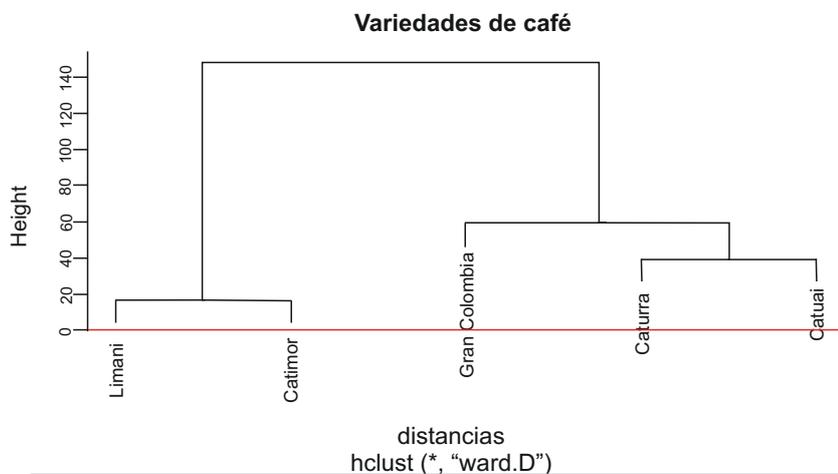


Figura 4: Dendrograma basado en el método de Ward para cinco variedades de café utilizando descriptores cuantitativos

## CONCLUSIONES

El estudio concluye que la variedad Caturra presenta forma Arbustiforme; mientras que, las variedades Colombia, Limani, Catimor y Catuai presentan forma piramidal. En relación al color de brotes, las variedades Colombia, Caturra y Catuai presentan color verduzco; mientras que, las variedades Limani y Catimor presentan color marrón rojiza; en lo referente al color de fruto maduro las variedades Limani, Catimor y Catuai presentan color rojo; mientras que, la variedad Colombia presenta color rojo purpura y la variedad Caturra un color naranja rojizo. Además, la variedad Caturra, es la más susceptible a la roya, mientras que las variedades Colombia, Catimor y Limani son las más resistentes a la enfermedad. Se recomienda realizar estudios en las variedades estudiadas, pero considerando los descriptores cuantitativos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Rivera, N., Houbron, E., Rustrian, E., Reyes-Alvarado, L. (2014). Papel amate de pulpa de café (*coffea arabica*) (residuo de beneficio húmedo). *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable* 10(3): 103 - 117.
- Alarcón, G. 2016. *Comportamiento de tres variedades de café (Coffea arabica L.) en el Valle del Perené, Junín-Perú*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 109pp.
- Alvarado-Alvarado, G. (2004). Comportamiento de progenies de variedad Colombia en presencia de razas compatibles de roya del café. *Revista Cenicafe* 55 (1): 69-92.
- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., Läderac, P., Anzueto, F.; Hruska, A. J., Morales, C. (2015). The coffee rust crisis in Colombia and Central America (2008-2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. *Journal Food Security* 7: 303-321.
- Ballesteros, L., Teixeira, J., Mussatto, S. (2014). Propiedades químicas, funcionales y estructurales de los granos de café gastados y la piel plateada del café. *Journal Food Bioprocess Technol* 7(2): 3493-3503.
- Bolívar-González, A., Valdez-Melara, M., Gatica-Arias, A. (2018). Responses of Arabica coffee (*Coffea arabica* L. var. Catuai) cell suspensions to chemically induced mutagenesis and salinity stress under *in vitro* culture conditions. *Revista Biología Celular y del Desarrollo In Vitro - Planta* 54 (6): 54:576–589.54 (6): 54:576–589.
- Boudrot, A., Pico, J., Merle, I., Granados,

- E., Vílchez, S., Tixier, P., de Melo, E., Filho, V., Casanoves, F., Tapia, A., Allinne, C., Ricey, R. (2016). Efectos de la sombra sobre la dispersión de las urédosporas de *Hemileia vastatrix* en el aire. *Phytopathology* 106 (6): 572-580.
- Bustamante, J., Sarmiento, A., Casanova, A., Contreras, E., Yáñez, C., Romero, C., Peña, I., Verenzuela, A., Morales, N., Garnica, J., Colmenares, N. (2001). Caracterización de resistencia incompleta A *Hemileia vastatrix* en genotipos de café (*Coffea arabica* L.) variedad Bramón I. *Revista Bioagro* 13(2):65-70.
- Davis, A., 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.
- Díaz, C., Carmen, M. (2017). Línea de base del Sector Café en el Perú. Documento de trabajo de PNUD. Disponible en: [https://www.undp.org/content/dam/peru/docs/Publicaciones%20medio%20ambiente/Libro%20cafe\\_PNUD\\_PE.pdf](https://www.undp.org/content/dam/peru/docs/Publicaciones%20medio%20ambiente/Libro%20cafe_PNUD_PE.pdf)
- Escamilla, E., Ruiz, O., Zamarripa, A., González, V. (2015). Calidad en variedades de café orgánico en tres regiones de México. *Revista de Geografía Agrícola* 55: 45-55.
- Gómez-De La Cruz, I., Pérez-Portilla, E., Escamilla-Prado, E., Martínez-Bolaños, M., Carrión-Villarnovo, G., Hernández-Leal, T. (2017). Selection *in vitro* of mycoparasites with potential for biological control on Coffee Leaf Rust (*Hemileia vastatrix*). *Revista Mexicana de Fitopatología* 36(1): 172-183.
- ICO. (2018). Organización Internacional del Café. Disponible en [http://www.ico.org/trade\\_statistics.asp](http://www.ico.org/trade_statistics.asp)
- INIA [Instituto Nacional de Innovación Agraria]. (2009). Manejo integrado del cultivo de café. Disponible en: [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/176/1/Cultivo\\_cafe\\_2009.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/176/1/Cultivo_cafe_2009.pdf)
- IPGRI [International Plant Genetic Resources Institute]. (2016). Descriptores del café (*Coffea* spp. y *Psilanthus* spp.). Disponible en: [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/72790/Descriptores\\_caf%C3%A9\\_487.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/72790/Descriptores_caf%C3%A9_487.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Juárez-Bravo, A., Debernardi-De La Vequia, H., Quevedo-Nolasco, A., Malagón-González, F., Morales-Ramos, V. (2018). Características físicas del fruto de café (*Coffea arabica* L.) en Híbridos de Timor. *Revista Agroproductividad* 11(3):115-120.
- Julca-Otiniano, A., Alarcón-Águila, G., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., Castro-Cepero, V. (2018). Comportamiento de tres cultivares de café (Catimor,

- Colombia y Costa Rica 95) en el Valle del Perené, Junín, Perú. *Chilean Journal Of Agricultural & Animal Sciences* 34(3):205-215.
- Lammel, D., Azevedo, L., Paula, A., Armas, R., Baretta, D. y Cardoso, E. (2015). Microbiological and faunal soil attributes of coffee cultivation under different management systems in Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 75(4): 894-905.
- McCook, S., Vandermeer, J. (2015). The Big Rust and the Red Queen: Perspectivas a largo plazo sobre la investigación de la roya del café. *Phytopathology* 105 (9): 1164-1173.
- Moreno, G. y Alvarado, G. (2000). La variedad Colombia: veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de roya del cafeto. *Revista Cenicafe* 22:1-32.
- Pérez-Fernández, Y., González, M., Escamilla-Robledo, E., Cruz-León, A., Rosas-Brugada, M., Ruiz-Espinoza, F. (2016). Propuestas para la preservación de la vida en los cafetales en el municipio de Teocelo, Veracruz. *Revista de Geografía Agrícola* 57: 7-16.
- Rivillas, C., Hoyos, A. y Ramírez, I. (2017). Manejo de la roya. Nuevo fungicida para su control en Colombia. *Revista Cenicafe* 480:1-4.
- Samayoa, J. y Sánchez, V. (2000). Enfermedades foliares en café orgánico y convencional. *Revista Manejo Integrado de Plagas* 58: 9-19
- Severino, L., Sakiyama, N., Pereira, A., Mirando, G., Zambolim, L., Barros, U. (2001). Caracterização de progênies de café Catimor em Martins Soares, Minas Gerais. *Revista Ceres* 48:629-648.
- SUNAT [Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria] Anuario Estadístico (2017) Disponible en: [http://www.sunat.gob.pe/estad-comExt/modelo\\_web/anuario17.html](http://www.sunat.gob.pe/estad-comExt/modelo_web/anuario17.html)
- Tudela, J. (2015). Caracterización socioeconómico y ambiental de la producción de café orgánico en el Perú. *Revista de Investigación Altoandina* 17(1): 23-32.
- Valencia, K. (2016). Competitividad de las exportaciones de café de Colombia, Guatemala y México hacia el mercado estadounidense (2001-2014). *Revista Ciencia Ergo Sum* 23 (3): 1405-0269.

## CORRESPONDENCIA

Ing. Cosme De La Cruz Roberto  
rcosme@inia.gob.pe