

## Desarrollo morfológico preliminar de ocho clones de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner<sup>1</sup>

Jorge Alexis Martínez-Fonseca\*, William Santos-Chacón\* y Délira Navarro-Ocaña\*\*

---

### Resumen

La investigación se desarrolló entre agosto de 2018 y octubre de 2019 con el objetivo de evaluar el comportamiento morfológico de clones de *Coffea canephora* en la finca El Corojito, perteneciente al patrimonio de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. En el experimento se evaluaron ocho clones provenientes del banco de germoplasma existente en la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente. Para las evaluaciones se utilizó un diseño de bloques al azar con ocho tratamientos y cinco repeticiones conformados por los clones: C-45, C-105, C-107, C-108, C-153, C-183, C-234 y C-238, con una muestra de cinco plantas de cada clon. Para determinar el comportamiento morfológico de los clones se tuvieron en cuenta las siguientes variables: altura de la planta (H), grosor del tallo (GT), diámetro de la copa (DC), cantidad de ramas plagiotrópicas (CR), cantidad de nudos (CN), número de hojas (NH), índice de área foliar (IAF). Dichas variables se sometieron a un ANOVA de clasificación doble, con el empleo del paquete estadístico InfoStat 2017 y la comparación múltiple de medias por la prueba de Tukey, al 5 % de probabilidad de error. Los clones de mejor comportamiento fueron C-45, C-105 y C-183.

Palabras clave: comparación, comportamiento, germoplasma, productividad, variables.

### Abstract

The research was carried out between August 2018 and October 2019, with the aim of evaluating the morphological behavior of *Coffea canephora* clones in the El Corojito farm belonging to the heritage of the Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, in the experiment eight clones from the existing germplasm bank at the Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente were evaluated. For the evaluations, a randomized block design with eight treatments and five replications made up of the clones was used: C-45, C-105, C-107, C-108, C-153, C-183, C-234 and C-238 with a sample of five plants from each clone. To determine the morphological behavior of the clones, the following variables were taken into account: plant height (H), stem thickness (GT), crown diameter (DC), number of plagiotropic branches (CR), number of knots (CN), number of leaves (NH), leaf area index (IAF); these variables were submitted to a double classification ANOVA of double classification, with the use of the statistical package InfoStat 2017 and the multiple comparison of means by the Tukey test, at 5 % probability of error. The best-performing clones were: C-45, C-105 and C-183.

Key words: comparison, behavior, germplasm, productivity, variables.

<sup>1</sup> Recibido: 20/05/2020

Aprobado: 30/09/2020

\* UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, Granma. jalexis@guisa.inaf.co.cu

\*\*UCTB Estación Experimental Agro-Forestal, Tercer Frente, Santiago de Cuba. beneficio2@tercerfrente.inaf.co.cu

## Introducción

*Coffea canephora* Pierre ex Froehner constituye la segunda especie de importancia económica en Cuba como en el resto del mundo, no solo por el volumen de su producto, sino por el área cultivable y su manifestación de resistencia o tolerancia a ciertas plagas, su rusticidad, las potencialidades productivas que posee, logrando rendimientos promedios entre 1,5 y 2,0 t/ha de café comercial. También algunos autores como Matiello y Almeida (2013) les atribuyen gran importancia, dado por la posibilidad que ofrece de propiciar híbridos de interés entre sus variedades.

Esta especie representa un gran potencial económico a nivel mundial, lo que ha determinado la búsqueda constante del mejoramiento de sus rendimientos como cultivo. Para ello se han utilizado diversas técnicas, como es el caso de la propagación clonal (Fernández, Guglielmo y Menéndez, 2010).

En el municipio de Guisa esta especie de café muestra rendimientos que no sobrepasan 0,17 t/ha muy distantes de las potencialidades del cultivo, atribuidos, entre otros factores, a las limitadas posibilidades de obtención de material genético para garantizar la propagación de clones altamente productivos como alternativa para el incremento de los rendimientos; también la propagación solo se realiza por semillas gámicadas de materiales no seleccionados. La presente investigación tuvo como objetivo realizar una evaluación del desarrollo morfológico preliminar de ocho clones de *Coffea canephora* en el municipio de Guisa.

## Materiales y métodos

La investigación forma parte de los resultados planificados por el proyecto de colaboración internacional titulado: "Revitalización de la caficultura cubana, modelo piloto municipio de Guisa provincia de Granma". La misma se desarrolló en áreas del patrimonio de la UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa (finca agroforestal El Corojito), ubicada a los 20°11'395" latitud norte y 0.76°34'284" longitud oeste, en la porción norte de las estribaciones de la Sierra Maestra perteneciente al Consejo Popular Los Horneros, localidad de Guamá municipio de Guisa, provincia de Granma, a una altura sobre el nivel del mar de 268 m, sobre un suelo Pardo sin carbonatos típico sobre rocas ígneas (MINAG, 1995), con una superficie de 0,06 ha; predomina la sombra homogénea de la especie

*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth propagada por semilla en condiciones de vivero y establecida desde 2016.

Los cafetos se plantaron en agosto de 2018. En el experimento se evaluaron ocho clones de *Coffea canephora* provenientes del banco de germoplasma de la UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, de la provincia de Santiago de Cuba. Los clones fueron seleccionados a partir de la revisión de los documentos del expediente del banco, y como criterios de definición se tuvieron en cuenta los de mejor comportamiento en cuanto a rendimiento, tamaño del grano y mejor resistencia al ataque de plagas.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco réplicas y ocho tratamientos, conformados por los clones C-45, C-105, C-107, C-108, C-153, C-183, C-234 y C-238; se evaluaron en cada bloque cinco plantas por clon.

En octubre de 2019 se midieron los siguientes descriptores morfológicos:

1. *Altura de la planta (cm)*. Medida con una regla graduada desde base del tallo hasta el ápice terminal del tallo principal.
2. *Grosor del tallo (cm)*. Se utilizó un pie de rey y se tomaron las dimensiones a cinco centímetros por encima de la base del tallo.
3. *Diámetro de la copa (cm)*. Se tomaron las dimensiones de las ramas intermedias hacia ambos lados en dirección este y oeste de las plantas evaluadas.
4. *Cantidad de ramas plagiotrópicas*. Se cuantificaron en cada planta las ramas con crecimiento horizontal.
5. *Cantidad de nudos*. Para ello fue seleccionada una rama de la parte intermedia de cada planta y se cuantificaron directamente los nudos.
6. *Número de hojas*. Se contaron la cantidad de hojas por cada planta.
7. *Para la determinación del índice de área foliar (IAF)*. Se empleó el método empírico y la fórmula establecida por la metodología de INTAGRI (2020).

$$IAF = \frac{(\text{Área foliar}) (\text{Densidad poblacional})}{\text{Área sembrada}}$$

Para el procesamiento estadístico de los resultados de las variables evaluadas se empleó el paquete estadístico InfoStat versión 2017. En cuanto a la variable número de hojas, fue necesario transformar los datos originales en la raíz cuadrada, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks modificado y se comprobó que no si-

guen distribución normal las variables IAF, Dt y H, por lo que fue necesario realizar un análisis de estadística no paramétrica utilizando la prueba de Friedman con significación alfa 0,05 %. Para ello fueron removidas las relaciones interviables, ya que todos los descriptores experimentaron la misma variabilidad.

Se registró el comportamiento de las variables climáticas de la localidad: temperatura máxima y mínima, humedad relativa y precipitaciones correspondientes al período de estudio (CITMA, 2019). En la figura 1 se presenta el comportamiento de la temperatura máxima y mínima durante el período comprendido entre agosto de 2018 y octubre de 2019.

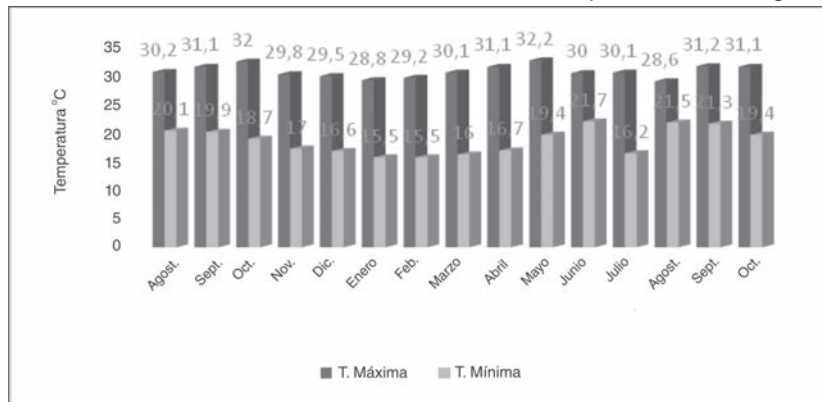


Fig. 1. Comportamiento de la temperatura máxima y mínima durante el período comprendido entre agosto de 2018 a octubre de 2019.

Se puede observar cómo la temperatura mínima (Fig. 1) osciló en un rango de 15,5 y 20,1 °C, lo que en sentido general se encuentra alrededor de los límites mínimos apropiados y establecidos para la especie *Coffea canephora* (Díaz y col., 2013).

El comportamiento de la temperatura máxima (Fig. 1) en este período resultó bastante estable, con valores entre 28,4 y 30,6 °C, los cuales se encuentran aproximadamente dentro del rango establecidos para el cultivo, aunque para el caso de la especie *Coffea canephora* el límite superior de la temperatura es de 28 °C; no obstante, esta especie tolera mayores temperaturas que la

especie *Coffea arabica*, significando en este sentido que la temperatura es el factor climático más importante para el cultivo del café (Jiménez, 2015).

El comportamiento de la humedad relativa y las precipitaciones durante el período evaluado se muestra en la figura 2. En el caso de la humedad relativa, los valores se movieron en un rango del 77,6 al 86,0 %. Los valores más altos se presentaron de octubre a diciembre, lo que se corresponde con lo establecido en las Instrucciones Técnicas para el cultivo de *Coffea canephora* (Díaz y col., 2013), donde se plantea una humedad relativa entre el 90 y el 70 %, sobre todo cuando el régimen de lluvia no es óptimo.

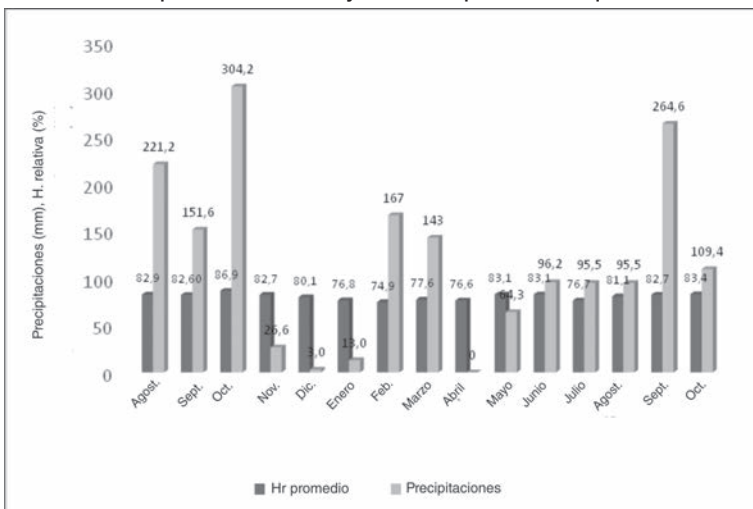


Fig. 2. Comportamiento de la humedad relativa y las precipitaciones durante el período comprendido entre agosto de 2018 a octubre de 2019.

Las precipitaciones (Fig. 2) durante el período evaluado se comportaron en un rango que oscila en la mayoría de los meses entre 80 mm y 300 mm. Por debajo de esta cifra solo se acumulan en noviembre y diciembre de 2018, y en enero y abril de 2019 se acumulan como promedios mensuales en el período evaluado 117,0 mm, todo lo cual se corresponde con lo planteado por Jiménez (2015), quien señala como necesidad mínima para el buen desarrollo del café 100 mm mensuales.

## Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas para las diferentes variables se muestran en la tabla 1. Todas manifestaron diferencias estadísticas. En cuanto a la altura de la planta, el clon 183 con 113,2 cm manifestó los mayores valores y se diferenció significativamente de los demás. A continuación se ubican los clones 45 y 105 con 72 cm y 71,8 cm, respectivamente, sin presentar diferencias significativas entre ellos.

**Tabla 1. Resultados de los descriptores evaluados**

Clon	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Diámetro de la copa (cm)	Cantidad de ramas (u)	Cantidad de nudos (u)	Número de hojas (u)	Índice de área foliar (%)
183	113,2 a	1,38 a	106,2 a	22,0 a	11,6 a	517 a	8,1 a
45	72,0 b	0,96 b	70,4 b	10,0 b	6,8 b	141 b	7,6 b
105	71,8 b	0,82 bc	62,0 c	8,8 b	5,8 bc	106 b	7,4 b
238	63,0 c	0,80 c	56,4 cd	8,4 b	5,8 bc	96 bc	7,1 bc
107	59,4 c	0,74 cd	52,2 de	6,0 c	5,4 cd	74 c	6,1 c
108	53,8 d	0,64 de	50,4 ef	6,0 c	4,6 cd	60 c	5,1 cd
153	52,2 d	0,62 de	49,0 ef	5,6 c	4,2 d	52 c	4,3 d
234	47,6 e	0,58 e	45,2 f	5,2 c	4,2 d	49 c	4,3 d
E.E.	0,71	0,06	0,20	0,62	0,14	1,11	0,08
C.V %	5,25	18,30	10,22	11,13	8,98	11,12	7,8

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

Los valores alcanzados por los clones 45,105 y 183 coinciden con los obtenidos por Santiesteban y Vera (2013), quienes informaron valores de altura promedio en la evaluación de clones entre 70,7 cm y 116,8 cm y superiores a los alcanzados por Alvarado (2017) y Franco (2018), quienes obtuvieron valores promedio de 120 y 128 cm.

Respecto a la altura de la planta, Plaza y Duicela (2015) refieren la utilización de esta variable como criterio de selección de plantas, y Gaskin, Macías y Mejías (2013) señalan que es un factor determinante en el desarrollo y posterior cosecha del café.

Teniendo en cuenta lo expresado por Garriz y Vicuña (1990) y por Blanco (2005), quienes definen que la altura de la planta es un indicador del crecimiento ortotrópico que incide en la futura emisión de ramas para garantizar la producción en los próximos años, los clones 45,105 y 183 serán los más productivos, aspecto determinante para la futura selección.

Los resultados obtenidos en cuanto al diámetro del tallo se pueden observar en la tabla 1. El mayor valor lo alcanzó el clon 183 con 1,38 cm. Este experimenta diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Entre los clones 45 y 105 no existen diferencias; pero este último presentó valores estadísticamente similares a los clones 107 y 238.

Santiesteban y col. (2013) plantean que el diámetro del tallo y el número de ramas en producción constituyen unas de las características principales a tomar en cuenta para la selección y son determinantes en la caracterización de materiales genéticos de buenos rendimientos.

Teniendo como base lo anteriormente enunciado, los clones 45, 105, 107, 183 y 238 poseen condiciones para alcanzar resultados productivos superiores, en comparación con el resto de los clones; por alcanzar mayor grosor en sus tallos, las plantas con tallo delgado se descomponen más rápidamente, alejando la zona productiva, lo que dificulta las actividades de agrotecnia y la recolección de sus frutos.

En estudios realizados por Castillo (2013), plantaciones con solo seis meses de diferencia en edad alcanzan resultados que difieren de los obtenidos, en los que el clon CSE-13 obtuvo mayor diámetro de tallo con las plantas 4, 10 y 17, que alcanzaron 3,2 cm, 3,5 cm y 3,4 cm, con un promedio entre plantas de 3,05. En el clon CSE-20 se identificaron las plantas 2, 19 y 20 con 2,5 cm, 2,4 cm y

3,0 cm, y un promedio de 2,6. También las plantas 5, 10 y 11 del clon CSE-19 se destacaron con valores de 2,2 cm, 2,3 cm y 2,5 cm, y un promedio entre plantas de 2,3; en el clon CSE-16, en las plantas 4 y 12 se observó el menor diámetro 1,4 y 1,7 cm, con promedio entre plantas de 1,5.

Respecto al diámetro de la copa, existen diferencias significativas entre los clones. El clon 183 también manifestó el mejor resultado (106,2 cm), y se diferenció significativamente de los demás tratamientos. A continuación se ubicó el clon 45 (70,4 cm). Los restantes clones mostraron diámetros de la copa muy inferiores. Estos valores son inferiores a los obtenidos por Santiesteban y Vera (2013), quienes obtuvieron como valor máximo del clon CSE-26 un diámetro de copa de 194,5 cm y con menor valor el clon CSE-21 con 78 cm, pero a la vez el resultado de los clones 45, 105 y 183 supera los resultados alcanzados por Franco (2018), con un valor promedio de 57,0 cm, el mayor valor para el clon ERB-14 con 65 cm y el menor valor para el clon ERB-13 con 49 cm. Alvarado (2017) obtuvo como valor promedio 120,0 cm, el que supera a los alcanzados por los clones que evaluamos en esta investigación. Este indicador proporciona una mejor estructura de la planta, lo que permite elevar la capacidad productiva al disponer de mayor superficie para emitir los cojinetes florales en la fase de producción.

Las evaluaciones de la cantidad de ramas evidencian que no existen diferencias significativas entre los clones 108, 153, 234 y 238, con medias que van desde 5,2 hasta 6,0 unidades y difieren del resto. Los resultados que muestran los clones 45, 105 y 107 no difieren entre sí, aunque alcanzan valores inferiores al clon 183, los que unidos a este último manifestaron mejor comportamiento con valores desde 8,4 hasta 22,0. En relación con esta variable, Fernández y Johnston (1986) plantean que el número de ramas por planta se obtiene de los brotes ortotrópicos, donde se ubica el meristemo apical que producirá meristemos laterales; un mayor número de ramas o pisos en la planta significa mayor material productivo a disposición para los próximos años.

Estos valores son inferiores a los obtenidos por Santiesteban y Vera (2013), quienes obtuvieron valores en el clon CSE-18 de 33,1 ramas (16,55 pares) y el clon CSE-21 con 22,8 ramas (11,4 pares) como promedio. Este último se asemeja al resultado logrado por el clon 183 con media de 22 ramas por planta. En tal sentido

Julca, Alarcón y Alvarado (2018) afirman que el número de ramas se debe a la altura de la planta.

La cantidad de nudos por ramas es uno de los indicadores que nos evidencia las potencialidades productivas de una planta de café. Estos valores se recogen en la tabla 1, en la que se puede observar que el mejor resultado lo alcanzó el clon 183 con 11,6 nudos como promedio, seguidos por los clones 45, 105, 107, 153 y 238, los que no experimentaron diferencias entre ellos, pero difieren del 108 y el 234, que obtienen un comportamiento similar entre ellos y son los de menor resultados con 4,2 nudos por ramas.

Aguilar (2019), al evaluar este indicador en el clon MKV-4, sobre un suelo Pardo sin carbonato típico, obtuvo un resultado de 6,58 nudos por rama, siendo inferior a los valores alcanzados por los clones 183 con una media de 11,6, así como el clon 45 con 6,8. Estos resultados en condiciones no muy similares, difieren al compararlos con los obtenidos por Santiesteban y Vera (2013). Ellos lograron promedios entre 14,2 y 21,5 nudos.

Este indicador está relacionado de manera directa y proporcionalmente al rendimiento, ya que a mayor número de nudos por plantas será mayor su capacidad productiva.

Con esta evaluación se infiere que los clones de mejor comportamiento resultaron ser los clones 45 105 183 107 y 238, con medias superiores en valor al resto de los tratamientos, y son los que tienen un futuro productivo sobresaliente.

En la variable número de hojas (*Tabla 1*) se aprecia que no existen diferencias entre los clones 107, 108, 153, 234 y 238 con valores desde 49 hasta 96 hojas. El 45, 105 y 107 logran resultados similares, aunque difieren de los comparados anteriormente con resultados que van desde 96 hasta 106 hojas. El mayor resultado lo obtiene el clon 183 con 517 unidades, superando significativamente a los demás clones. Este aspecto puede estar relacionado con los resultados de la altura de las plantas, pues un mayor alargamiento del tallo o esqueje trae consigo mayor número de nudos y por tanto de hojas, lo que coincide con Matta *et al.* (2007), quienes expresaron que en la especie *Coffea canephora* la producción de hojas se relaciona directamente con la formación de nudos en las ramas. Eduar (2016) reafirma la importancia del estudio de la variable número de hojas como un importante indicador morfológico del desarrollo y crecimiento de las

plantas. Por ello los clones con mejores condiciones para un desarrollo morfológico adecuado lo obtienen los clones 45, 105, 107 y 183.

En el caso del índice de área foliar expresado en porcentaje en cada clon evaluado, los resultados más bajos fueron alcanzados por los clones 107, 108, 153 y el 234 con valores que oscilan entre 4,3 y 6,1. Este resultado se corresponde con el comportamiento mostrado en las evaluaciones morfológicas, ya que los valores por debajo de 7 en el índice foliar les corresponden a los clones que manifestaron un comportamiento morfológico inferior, al igual que las respuestas de los clones con mejor comportamiento 45, 105, 183 y 238, alcanzando índices foliares con valores que van desde 7,1 hasta 8,1, siendo los resultados más sobresalientes y reafirmando las cualidades de estos con respecto a los demás.

De acuerdo a los resultados expresados por esta variable se puede afirmar que los clones 45, 105, 183 y 238 serán más productivos que el resto porque alcanzan una mayor área foliar partiendo del hecho que por cada 100 cm<sup>2</sup> de AF la producción en el árbol se incrementa en 2,37 g de café cereza verde (Cecilia y col., 2017). Weiss *et al.* (2004) plantean que IAF es de suma importancia para el modelado de la capacidad fotosintética de las copas de los árboles, la evapotranspiración entre otros estudios, que posteriormente podremos realizar con este mismo diseño experimental.

## Conclusiones

- Las evaluaciones morfológicas preliminares realizadas a ocho clones de la especie *Coffea canephora* en las condiciones de premontaña del municipio de Guisa demostraron características promisorias para los clones 45, 105 y el 183 en lo concerniente a su desarrollo vegetativo, los cuales pueden constituir la base para la selección de plantas madre y la provisión de material genético para el desarrollo de la estructura clonal en el territorio.

## Bibliografía

- Aguilar, A.: Evaluación del desarrollo de cuatro clones de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner en el municipio Buey Arriba. En: *Informe manuscrito*. Centro de Documentación p. 6, UCTB Guisa, Granma, 2019.
- Alvarado, D.: Evaluación de la incidencia de Fitosanitarios en el híbrido de café Robusta (*Coffea canephora* Pierre) con cinco densidades de siembra en el Cantón Caluma, provincia de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias; Recursos Naturales y del Medio Ambiente. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda. Ecuador. 68 Pp., 2017.
- Blanco, A.: "Manejo de la sombra en la regeneración de variedades de Robusta (*Coffea canephora* Pierre). Su influencia en el desarrollo vegetativo y la producción de café oro" [inédito], tesis de candidatura. Universidad Agraria de la Habana (UNAH). Ciudad de la Habana, 2005.
- Castillo, D.: "*Comportamiento Agronómico en el segundo año de café Robusta (Coffea canephora p.), en la Parroquia Manglarato, Cantón Santa Elena*" [inédito], tesis de candidatura. Universidad Estatal Península Santa Elena, Facultad de ciencias Agrarias, Ecuador. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1091>, pp 65, 2013.
- Cecilia E., M. R.; Hernández, J. David; Unigarro, Andrés; Flórez, M. y P. Ramos: *Estimación del área foliar en café variedad castillo a libre exposición y su relación con la producción publicado en Cenicafé*. [En línea] Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/318085784> 68(1): 55-61, 2017.
- CITMA: Variables climáticas, municipio Guisa. – En: *Base de datos*, Centro Meteorológico Provincial, Granma, 2019.
- Díaz, W.; Caro, P.; Bustamante, C.; Sánchez, C.; Maritza Idilia Rodríguez; Vázquez, E.; Grave de Peralta, G.; Ramajo, J.; Ramos, R.; Délira Navarro; Fernández, I.; Martínez, F.; Yojana Rodríguez; Arañó, L.; Yero, A. y N. Morán: *Instructivo Técnico Café Robusta*. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Ministerio de la Agricultura. Dirección de Café y Cacao del Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña, Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, Santiago de Cuba. 71 pp., 2013.
- Matta, F. M. Da /*et al.*: Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19 (4): 485-510, 2007.
- Franco Á., Teresa J.: Comportamiento Agro morfológico de híbridos de *Coffea canephora* Pierre (var. Robusta) con cuatro densidades de población. Universidad estatal de sur de Manabí. Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Manabí. Ecuador. 78 Pp., 2018.
- Fernández, G.; y M. Johnston: Fisiología vegetal experimental. San José - Costa Rica. IICA. 213 Pp., 1986.

- Fernández, R.; Zoraya De Guglielmo y Andrea Menéndez: Cultivo de tejidos y transformación genética de café, *Revista de Investigaciones*, 34 (71): 5, 2010.
- Gaskin, B.; Macías, I. y J. Mejías: Determinación de las características dimensionales y distribución de los cafetos variedad Caturra Rojo en condiciones de ladera. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22 (3): 2071-0054, 2013.
- Garriz, P. y R. Vicuña: Variaciones anuales en el crecimiento vegetativo y la arquitectura de *Coffea arabica*. L. variedad Caturra rojo. San José, Costa Rica: s.n. 1990.
- INTAGRI: *El Índice de área foliar (IAF) y su relación con el cultivo*, [En línea] Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/elíndiceáreaafoliar>, [Consultado: 28 de febrero de 2020].
- Julca, A.; Alarcón; O. y L. Alvarado: Comportamiento de tres clones de café (Catimor, Colombia, Costa Rica 95), en el valle de PerenéChilean *J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*, 34 (3): 205-215, 2018.
- Jiménez, A.: Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador, *Economía*, 11 (40): 137, 2015.
- Matiello, J. B. y S. R de Almeida: *Cultivo do café Robusta-Conillon Em regiões frias. Clube de tecnologia cafeeira*. Procaféonline. Fundação Procafé. Alameda do café. 1000 – Varginha, MG-CEP: 37026-400 35. 32141411, (2013). [En línea] Disponible en: [www.fundacaoprocafe.com.br](http://www.fundacaoprocafe.com.br) [Consultado 24 enero 2020].
- MINAG: Instructivo Técnico Café Robusta (*Coffea canephora*), La Habana, 2013.
- MINAG: Ministerio de la Agricultura: *Nueva Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. Instituto de Suelos. La Habana. 62 p. 1995.
- Plaza, L. y R. Duicela: Caracterización Fenotípica del Germoplasma de *Coffea canephora* Pierre base para su mejoramiento en Ecuador.—EPAMCIENCIAS. p10, 2015.
- Santisteban, S. y V., Vera.: “Caracterización fenotípica de 33 clones de café Robusta (*Coffea canephora* Pierre) en la Comuna Rio Verde, Cantón Santa Elena” [inédito], tesis de candidatura. Universidad Estatal (UPSE). Península Santa Elena. Ecuador, 2013.
- Weiss, M.; Baret. F.; Smith, F.; Jonckheere, J. y P. Coppin: Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination. Part II. Estimation of LAI, errors and sampling. *Agric. For. Meteorol.*, (121) 37-53, 2004.

