

Respuesta morfológica de siete clones aviverados de *Coffea canephora* P. en el municipio de Guisa¹

Jorge Alexis Martínez-Fonseca*, Délira Navarro-Ocaña**, Teresita de Jesús Marín-Rodríguez***, Luis Enrique Arias-Basulto**** y Raúl Gutiérrez-Bonet****

Resumen

La investigación se desarrolló en la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, situada en la carretera vía Victorino km 1½, La Soledad, municipio de Guisa, provincia de Granma, en el período comprendido entre enero-mayo de 2018 con el objetivo de mostrar la respuesta morfológica de 7 clones de café (*Coffea canephora* P.), propagados vegetativamente en condiciones de vivero. El experimento se estableció bajo un diseño completamente aleatorizado con 7 tratamientos en parcelas de 0,32 m², donde cada tratamiento estuvo compuesto por 40 plantas; de ellas fueron seleccionadas 15. Para la evaluación morfológica se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores: altura de la planta (cm), diámetro de tallo (mm), número de hojas, volumen de la raíz, masa seca de la raíz (g), masa seca del tallo (g), masa seca de las hojas (g), masa seca total de la planta (g). Los resultados experimentales se sometieron a un análisis de varianza de clasificación simple, aplicándose la prueba de comparación de rangos múltiples de media, según Duncan con $p \leq 5\%$ de probabilidad de error, a través del paquete Statistica, versión 8 sobre Windows. Los clones 45 y 105 resultaron, en general, los de mejor comportamiento en las variables morfológicas estudiadas en condiciones de vivero en el municipio de Guisa.

Palabras clave: café, *Coffea canephora*, vivero, morfología, clones, propagación vegetativa.

Abstract

The investigation was developed in the Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, located in the Roadway route Victorino km 1½, The Soledad, Guisa municipality, Granma province, in the period understood among January-May of 2018, with the objective of showing the morphological answer of 7 clones of coffee (*Coffea canephora* P.), spread vegetatively under nursery conditions. The experiment were established under a totally randomized design with 7 treatments in parcels of 0.32 m², where each treatment was compound for 40 plants, those which were selected 15, for the morphologic evaluation these were kept in mind the following indicators: height of the plant (cm), stalk diameter (mm), number of leaves, volume of the root, dry mass of the root (g), dry mass of the stalk (g), dry mass of the leaves (g), mass dry total of the plant (g). The experimental results undergo an analysis of variance of simple classification, being applied the test of comparison of multiple ranges of stocking, according to Duncan with $p \leq 5\%$ of error probability, through the package Statistica, version 8 on Windows. The clones 45 and 105 were, in general, those of better behavior in the morphological variable studied under nursery conditions in the Guisa municipality.

Key words: coffee, *Coffea canephora*, nursery, morphology, clones, vegetative propagation.

Recibido: 7/3/2019

Aprobado: 16/5/2020

* 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

*** Empresa Agroforestal Granma

**** Universidad de Granma

Introducción

Para la Organización Internacional de Café (ICO, 2017) el desarrollo de una economía sostenible del café es de importancia fundamental para los países productores de África, Asia, América Latina y el Pacífico, ya que dependen en gran medida de este producto para sus ingresos de exportación y para el logro de sus objetivos de desarrollo social y económico.

El café es una de las materias primas agrícolas de exportación más importante. *Coffea canephora* representa el 30 % de la producción global (Molina, Ramírez y Cortina, 2016) y su introducción en Cuba data de la década del treinta del pasado siglo, localizada en pequeñas plantaciones en las provincias de Santiago de Cuba y Guantánamo (Díaz, 1996).

Su cultivo en Cuba se extiende a regiones que presentan limitaciones para los cafetos arábicos (López y col., 2001). Berthouly (1989) indica que para él la multiplicación vegetativa es el único procedimiento que permite producir variedades sobresalientes en gran escala y que da lugar a clones cuya explotación puede hacerse a razón de una mezcla policlonal.

La búsqueda constante para incrementar los rendimientos de la especie *Coffea canephora* ha promovido la utilización de diversas técnicas, como es el caso de la propagación clonal por esquejes (Fernández y col., 2010), ya que constituye un medio rápido y eficiente para la conservación de las características genéticas y fenotípicas de plantas. En tal sentido Suprijadji y Mubiyanto (1998) investigaron sobre las alternativas que ofrece la técnica de propagación vegetativa en el café como una importante herramienta para un mejoramiento más rápido y eficiente, mientras que Fernández y col. (2010) señalan que la selección de plantas madre a través de la multiplicación por estacas posibilita la obtención de clones más productivos, superando a las plantas reproducidas por semillas en un 70 %, ya que presentan características agronómicas más definidas.

La investigación tuvo como objetivo mostrar la respuesta morfológica de siete clones de *Coffea canephora* P., propagados vegetativamente en condiciones de vivero en el municipio de Guisa, provincia de Granma.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el período comprendido entre enero-mayo de 2018 en la Estación Experi-

mental Agro-Forestal Guisa, situada en la carretera vía Victorino km 1½, La Soledad, municipio de Guisa, provincia de Granma, como parte del trabajo realizado por especialistas del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales y del resultado de la generalización de tecnologías planificadas por el Proyecto “Revitalización de la caficultura cubana, modelo piloto, municipio de Guisa, provincia de Granma”, financiado por la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS).

Para ello se seleccionaron siete clones de café Robusta (*Coffea canephora* P.) provenientes del Banco de Germoplasma de la UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, provincia de Santiago de Cuba. Para la selección de los clones a propagar se tuvieron en cuenta los criterios técnicos preestablecidos para el logro de plantas con granos grandes, alta capacidad productiva y tolerantes a plagas por Cabrera y col. (2002).

Los esquejes obtenidos del Banco de Germoplasma de Tercer Frente se establecieron en los túneles de enraizamiento en la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, en enero de 2018, en canteros de 1,0 m de ancho y 10,0 m de largo, cubiertos con nailon transparente, superpuesto a un enrejado de metal a una altura de 0,60 m con el propósito de lograr su enraizamiento en un sustrato preparado con arena y suelo.

A los 60 días, y una vez logrado el enraizamiento de los esquejes, estos se sembraron en vivero del tipo umbráculo con canteros cubiertos por un cobertizo (*cheese-clock*) y en bolsos de polietileno (14 cm x 20 cm) en un sustrato certificado como libre de nemátodos y compuesto por una mezcla de suelo Pardo sin Carbonatos (bien mullido) y estiércol vacuno, en proporción de 3:1, a la cual se le añadió el fertilizante superfosfato triple, a razón de 10,9 kg/m³ de mezcla. Los tratamientos establecidos se corresponden con los clones seleccionados:

Tratamiento	Clon
1	105
2	107
3	153
4	108
5	45
6	234
7	239

Las atenciones culturales se realizaron conforme a lo establecido en las Instrucciones Técnicas para el cultivo del café Robusta (Díaz y col., 2013). Para la evaluación de los resultados se estableció un diseño experimental completamente aleatorizado con siete tratamientos en parcelas de 0,32 m². Cada tratamiento estuvo compuesto por 40 plantas, de ellas se evaluaron 15 seleccionadas del centro de la parcela.

Una vez culminada la fase de vivero las plantas se extrajeron de las bolsas y sus raíces se lavaron cuidadosamente, para su posterior traslado y evaluación en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Granma.

Para la evaluación morfológica se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores:

- **Altura de la planta (cm):** con una regla graduada se midió desde el cuello de la raíz de las plantas hasta el primer nudo.
- **Diámetro de tallo (mm):** Se midió en el cuello de la raíz utilizando un pie de rey.
- **Número de hojas:** Se realizó la cuantificación de las hojas de cada planta y se utilizó el valor promedio.
- **Volumen de la raíz:** Por diferencia de inmersión de la raíz y desplazamiento del agua en un volumen conocido.
- **Masa seca de la raíz (g):** Al ser separada la parte radical por el cuello de la raíz, se secó en la estufa a una temperatura de 60 °C durante 48 h hasta obtener peso constante, y se determinó su peso seco en una balanza de precisión de 0,01 g.
- **Masa seca del tallo (g):** Al ser separado el tallo por el cuello de la raíz, se secó en la estufa a una temperatura de 60 °C durante 48 h hasta obtener

peso constante, y se determinó su peso seco en una balanza de precisión de 0,01 g.

- **Masa seca de las hojas (g):** Al ser separada cada hoja por plantas, se secó en la estufa a una temperatura de 60 °C durante 48 h hasta obtener peso constante, y se determinó su peso seco en una balanza de precisión de 0,01 g.
- **Masa seca total de la planta (g):** El resultado de la suma del peso seco de la masa seca de la raíz, la masa seca del tallo y la masa seca de las hojas.

Los resultados experimentales se sometieron a un análisis estadístico de varianza de clasificación simple y se aplicó la prueba de comparación de rangos múltiples de media, según Duncan con $p \leq 5\%$ de probabilidad de error; a través del paquete Statistica, versión 8 sobre Windows, se registró el comportamiento de las variables climáticas de la localidad: temperatura (máxima y mínima), humedad relativa y precipitaciones correspondientes al período de estudio.

Resultados y discusión

En la figura 1 se muestra el comportamiento de la temperatura durante el período comprendido entre enero y la primera decena de mayo de 2018. Se refleja cómo el comportamiento de la temperatura (máxima y mínima) se manifestó dentro de los rangos establecidos para el cultivo del cafeto en esta primera fase de su crecimiento y desarrollo. Díaz y col. (2013) en las Instrucciones Técnicas para el cultivo refieren que en esta fase de siembra, climatización de los esquejes y trasplante a vivero, el cultivo debe de estar ubicado en lugares frescos que no sean azotados por vientos intensos, ni deben estar situados en hondonadas o lugares muy húmedos que puedan influir negativamente en su crecimiento y desarrollo.

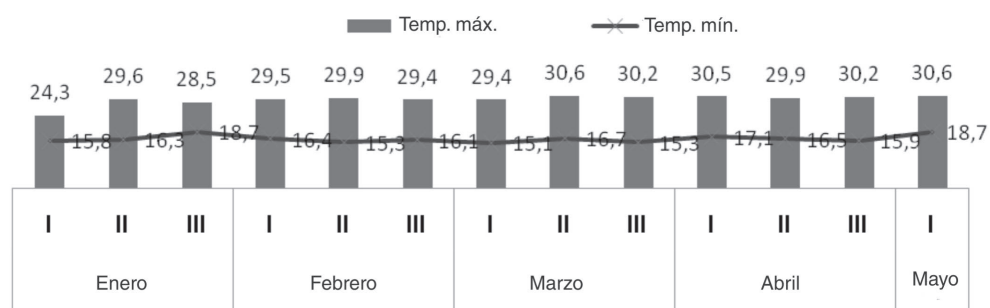


Figura 1. Comportamiento de la temperatura durante la experiencia (enero-mayo de 2018).

Las temperaturas mínimas se movieron en un rango entre 15,1-18,7 °C durante los meses de estudio, con una baja en marzo y un alza en mayo, valores que en sentido general se encuentran alrededor de los límites mínimos apropiados y establecidos para la especie *Coffea canephora* en esta fase.

Al analizar el comportamiento de las temperaturas máximas, se observó un rango con valores de 24,3 °C a 30,6 °C correspondientes a enero y mayo, respectivamente. Díaz y col. (2013) refieren que el rango de temperatura para *Coffea canephora* oscila entre los 18-28 °C, con 26 °C como media. No obstante, y aunque la especie *Coffea canephora* posee un límite superior de la temperatura a 28 °C, se debe destacar que esta especie tolera mayores temperaturas que la especie *Coffea arabica*. Ferrer (2015) refiere a la temperatura como el factor climático más importante para el cultivo del cafeto en ex-

perimentos que demuestran que las altas temperaturas (hasta 30 °C) favorecen la germinación de la semilla.

Soto, Plana y Hernández (2009) señalan que las temperaturas altas inhiben el crecimiento del cafeto, el proceso de fotosíntesis comienza a decrecer a los 24 °C y se hace casi imperceptible a los 34 °C.

Quijano (2003) señala que a temperaturas menores de 15 °C el cafeto se desarrolla lentamente, y si la temperatura es muy alta, mayor de 30 °C, el proceso de desarrollo es precoz y la planta se agota más rápidamente.

El comportamiento de la humedad relativa durante el período evaluado se muestra en la figura 2, donde se apreciaron valores que oscilaron entre el 67,6 % para marzo, y el 81 % para enero, lo que coincide con lo establecido en las Instrucciones Técnicas para el cultivo del *Coffea canephora* (Díaz y col., 2013), donde se plantea una humedad relativa óptima entre 70-90 %.

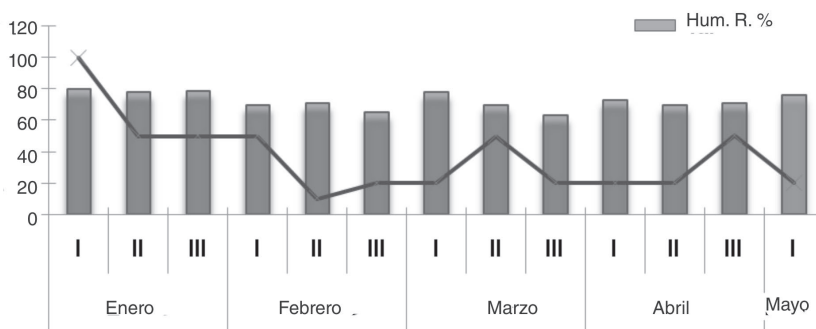


Figura 2. Comportamiento de la humedad relativa y las precipitaciones durante el período comprendido de enero a la primera decena de mayo de 2018.

Varese y Rojas (2012) consideran que la humedad relativa ideal para el desarrollo del café varía entre 70-95 %, dependiendo del cambio de la temperatura y de las lluvias. Por otra parte, Quijano (2003) refiere que en general el cafeto requiere una humedad relativa media que oscile entre 65-85 % para su buen desarrollo y fructificación. En los cafetales bajo sombra la humedad relativa será siempre mayor a las de aquellos que se encuentren expuestos al sol. Ferrer (2015) señala que en Cuba el cafeto se desarrolla favorablemente bajo condiciones de humedad relativa que oscila entre 70-90 %; pero cuando se producen largos períodos de humedad muy altas, próximas al estado de saturación, el ambiente resulta perjudicial, provocando la aparición de enfermedades fungosas que afectan la planta y la calidad del fruto.

El comportamiento de las precipitaciones durante el período evaluado (Fig. 2) mostró un rango oscilante entre los 80-100 mm mensuales como promedio, lo que se corresponde con lo planteado por Ferrer (2015), quien señala como necesidad mínima para el buen desarrollo del café la ocurrencia de lluvias con 100 mm mensuales.

Díaz y col. (2013) establecen que para el cultivo de secano el límite mínimo es de 1500 mm anuales, distribuidas en el año con un máximo de dos meses consecutivos secos (menos de 50 mm); si la lluvia es menor que la señalada, solo se recomienda sembrar si se dispone de riego. El café Robusta es poco tolerante a la sequía.

Sobre la importancia de la distribución de las lluvias durante el año, Varese y Rojas (2012) consideran que el cafeto requiere de 1,500 mm a 2,100 mm de precipitaciones anua-

les bien distribuidas durante el período de producción, para satisfacer las necesidades de agua en las etapas de floración, llenado de grano y cosecha, así como también plantean que el exceso de lluvias en la época de la polinización puede reducir el cuajado de los frutos en forma considerable, y que la época seca no debe durar más de tres a cuatro meses y debería coincidir con la cosecha.

Laderach *et al.* (2015) refieren que a través de modelos de circulación global se analizan los cambios en la temperatura y precipitación sobre la producción de café, y obtuvieron como resultado una predicción de que en 2050 la precipitación anual disminuirá en 130 mm en Nicaragua y en 120 mm en Veracruz, asimismo la temperatura aumentará 0,2 °C en Nicaragua y 0,6 °C en Veracruz. Esto significa que las zonas aptas para la producción de café se reducirán en un 16 %.

En la tabla 1 se muestran los resultados promedios de las variables morfológicas: altura de la planta y diámetro del tallo, donde se puede observar la existencia de di-

ferencias significativas entre los tratamientos evaluados solo para la variable diámetro del tallo. En ella el mayor valor lo ostentó el tratamiento 5 con 7,43 mm, que difiere significativamente del resto de los tratamientos, excepto del 1 y el 3, mientras que el valor más bajo lo experimentó el tratamiento 4 con 6,25 mm. En este experimento los clones que corresponden a los tratamientos 1, 3 y 5 aportarán materiales genéticos superiores al resto, teniendo como base lo expresado por Santiesteban y Vera (2013), los que plantean que el grosor del tallo constituye un indicador principal a tomarse en cuenta para la selección, y es determinante en la caracterización de materiales genéticos de buenos rendimientos. En tal sentido los mejores resultados productivos se logran en las áreas que han sido establecidas con ejemplares que presentan tallos gordos y entrenudos cortos; las plantas con tallo delgado se descompensan más rápidamente, alejando la zona productiva, lo que dificulta las actividades de agrotécnicas y la recolección de sus frutos.

Tabla 1. Resultados de las variables morfológicas estudiadas (altura de la planta, diámetro del tallo)

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)
1	10,24	7,23 ab
2	10,47	6,78 bc
3	10,17	7,03 ab
4	10,60	6,25 c
5	10,68	7,43 a
6	10,47	6,70bc
7	10,98	6,70bc
Es X	0,31 n s	0,20'

Medias con letras iguales por columnas no difieren significativamente para $p \leq 0,05$, según Prueba de Duncan.

Se observó una ligera tendencia en la altura de la planta a mayores promedios en esta variable para los tratamientos 5 y 7. Plaza y Duiciela (2015) refieren la utilización de esta variable como medio de selección de plantas de café. También Gaskin, Matias y Mejías (2013) consideran la altura de la planta como un factor determinante en el desarrollo y posterior cosecha del café.

En la variable número de hojas (Tabla 2) se presentaron diferencias moderadamente significativas entre los

tratamientos, con valores que no muestran diferencias entre los tratamientos 2 y 4, pero sí con el resto de los tratamientos. Se observó como tendencia que el tratamiento 5 resultó el que exhibió siempre los mayores valores en las tres variables: número de hojas, volumen de la raíz y masa seca de la raíz, altura de la planta. 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.

Tabla 2. Resultados promedio del número de hojas, volumen de la raíz y masa seca de la raíz

Tratamientos	Número de hojas	Volumen de la raíz (mm)	Masa seca de la raíz (g)
1	6,00 a	2,00 ab	5,66 b
2	5,33 ab	1,46 b	5,00 b
3	5,66 a	1,60 b	5,66 b
4	4,66 b	1,46 b	4,46 b
5	6,13 a	2,60 a	7,66 a
6	6,00 a	2,00 ab	4,60 b
7	6,20 a	1,46 b	5,13 b
ES x.	0,32*	0,20*	0,50*

Medias con letras iguales por columnas no difieren significativamente para $p \leq 0,05$, según prueba de Duncan.

Echevarría (2012) reafirma la importancia del estudio de la variable número de hojas como un importante indicador morfológico del desarrollo y crecimiento de las plantas.

Con respecto a la variable volumen de la raíz, varios estudios clonales han ratificado la variabilidad de esta especie en ese aspecto, tales como Matta *et al.* (2007), que señalaron que el sistema radical de *Coffea canephora* varía acorde a los clones; al mismo tiempo la extensión, distribución, arquitectura, profundidad y la eficiencia de la absorción del agua pueden ser afectados por diversos factores, entre ellos los genéticos.

En la variable masa seca de la raíz, el tratamiento 5 aportó los mayores valores, mostrando diferencias significativas con el resto de los tratamientos, aspecto que pudo estar influenciado por el valor alcanzado en la variable anterior (volumen), todo lo cual pudiera ser de interés para la selección de los clones promisorios, si se considera lo referido por Bustamante y Grave de

Peralta (2004), al señalar que el sistema radical aporta información sobre el funcionamiento y productividad de la plantación y permite valorar el aprovechamiento del ecosistema por el cultivo.

La figura 3 describe el comportamiento de los tratamientos en la variable masa seca del tallo, donde se aprecian los mayores valores en los tratamientos 1 y 5, que no difieren significativamente entre ellos, pero sí con el resto de los tratamientos. Este comportamiento está relacionado con el diámetro del tallo. Gaskin, Matías y Mejías (2013) consideran este indicador como un factor determinante en el desarrollo del café. Por tal motivo estos tratamientos, al compararlos con el resto, estarán en condiciones de alcanzar una mayor altura, mayor cantidad en el número de ramas y una mejor estructura foliar, factores que influyen directamente en la formación de material productivo a disposición para los próximos años.

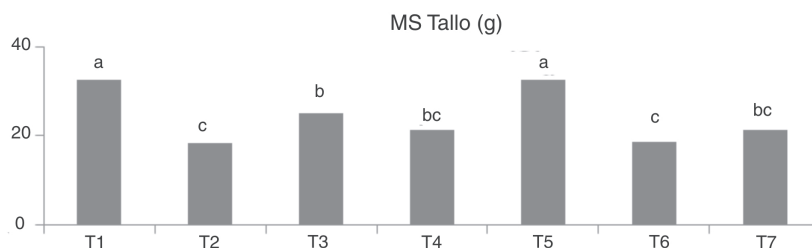


Figura 3. Evaluación de la masa seca del tallo.

En la variable masa seca de las hojas (Fig. 4) se pudo apreciar cómo también el mayor valor resultó para el tratamiento 5, que difiere significativamente del resto de los tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos.

Contarato *et al.* (2010) reportaron que en condiciones de laboratorio en Brasil, la participación del sis-

tema radical en 13 clones élitos de *Coffea canephora* osciló entre 18-22 %; mientras que Mattiello *et al.* (2008) señalaron cómo esta especie fue capaz de producir el 77,39 % de masa seca en la parte aérea y el 22,61 % en la radical.

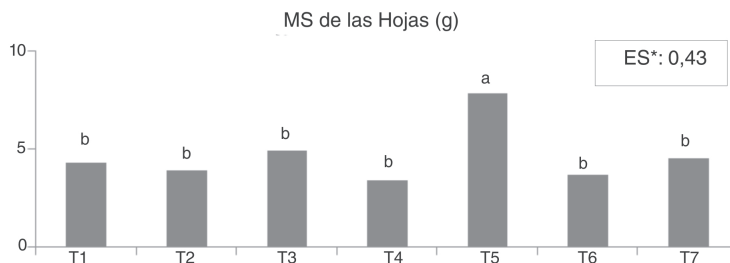


Figura 4. Evaluación de la masa seca de las hojas.

Con respecto al comportamiento de la variable morfológica masa seca total de la planta (Fig. 5), se pudieron apreciar diferencias significativas entre los tratamientos,

asumiendo el mayor valor el tratamiento 5, que no difiere significativamente del tratamiento 1, y sí con el resto de los tratamientos.

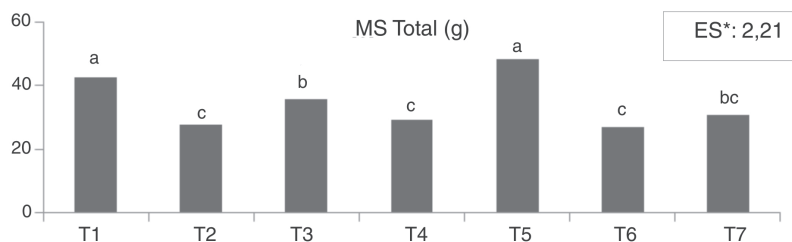


Figura 5. Evaluación de la masa seca total de las plantas.

Estos resultados se corresponden con las evaluaciones de fitomasa realizadas por secciones de la planta, donde como tendencia los tratamientos 1 y 5 mostraron los mayores valores y resultaron los más prominentes en el estudio.

Bustamante y Grave de Peralta (2004) refirieron como clones ideales aquellos que presentan una alta producción de biomasa aérea seguida por un gran desarrollo del sistema de raíz, así como también que el equilibrio entre las raíces y la parte aérea está estrechamente relacionado con el desarrollo del café y su productividad.

Por su parte, Bragança *et al.* (2010) señalan que la especie *Coffea canephora* es muy eficiente en la produc-

ción de masa seca, producto a que posee una alta absorción y transferencia de energía luminosa, mayor área foliar para captar la luz, con una alta tasa fotosintética, de transpiración y conductancia estomática.

Kufa (2012) refiere que la genética trabaja en la búsqueda de plantas más productivas y adaptadas a los diferentes tipos de suelos y tecnologías de explotación que respondan a las características de los ecosistemas de producción.

Arzube y col. (2017) reafirman que la adaptación de clones de café Robusta se convierte en la primera etapa de la selección de clones productivos que en el mediano plazo permitirán la diversificación agroproductiva y como mecanismo para dinamizar la economía campesina.

Conclusiones

- Los mejores comportamientos con relación a las variables morfológicas estudiadas en condiciones de vivero fueron alcanzados por los clones 45 y 105, los que mostraron características ideales para formar parte de la estructura clonal en el municipio de Guisa.

Bibliografía

- Arzube, Mayorga y col.: Comportamiento productivo de clones de café Robusta (*Coffea canephora*) en Manglaralto, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 1 (IV): 34-38, 2017.
- Berthouly, M.: Micropropagación del café. En: *Memorias. Primer Seminario Internacional sobre biotecnología en la Agroindustria Cafetalera*. --Mexico: INMECAFE-ORSTOM, pp 17-18, 1989.
- Bragança, S. M.; Carvalho, C.H.; Fonseca da A., F. A. e R. G. Ferrao: Clonal varieties of *Conilon coffee* for the Espírito Santo State, Brasil. *Pesquisas Agropecuarias Brasileiras*, 36 (5): 765-770, 2010.
- Bustamante, C. y G. Grave de Peralta: Producción de biomasa y retorno de nutrientes al ecosistema por *Coffea canephora* Pierre bajo diferentes sistemas de poda. En: *Congreso Científico del INCA* (nov 12-15, La Habana). Memorias, CD ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, p. 14, 2004.
- Cabrera Mireya y col.: Caracterización, evaluación y manejo de datos sobre recursos fitogenéticos de café. En: *Informe etapa 02. Resultado 004-01*,—8 pp., 2002.
- Contarato, C. C.; Moreira, S. F; Tomaz, M. A; Waldir Cintra de J.; Almeida da Fonseca, A. F; Maria Amélia Gava F. y R. Gava F.: Evaluation of the initial development of conilon coffee clones (*Coffea canephora*). *Scientia agrária*, 11(1): 65-71, 2010.
- Matta Da, F. M. et al.: Ecophysiology of coffee growth and production. ISSN 1677-0420.0. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19 (4): 485-510, 2007.
- Díaz, W.: Programa Nacional Científico-Técnico “Desarrollo Integral de la montaña.” En: *Proyecto de Investigación Establecimiento y Manejo de plantaciones de Cafeto (Coffea canephora, Pierre ex Froehner*. Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao (ECICC), III Frente - Santiago de Cuba, 18 pp., 1996.
- 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 Arábico (Coffea arabica Lin.)*. 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. 137 pp., 2013.
- Echevarria, I.: “Comparativo en vivero de cinco variedades de Café (*Coffea arabica* L.) en San Ramón, Chanchamayo.” [inédito], tesis de candidatura. UNALM: Perú. Nota técnica, 2012.
- Fernández, Rafael; Zoraya De Guglielmo y Andrea Menéndez: Cultivo de tejidos y transformación genética de café, *Revista de Investigaciones*, 34 (71): 5, 2010.
- Ferrer, G.: *El Café*. Cultivo y beneficio. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, p.25, 2015.
- Gaskin, B.; I. Macías y J. Mejías: Determinación de las características dimensionales y distribución de los cafetos variedad Caturra Rojo en condiciones de ladera. ISSN: 2071-0054. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22 (3): 2013.
- International Coffee Organization (ICO): Desarrollo de la economía sostenible del café [En línea] Disponible en: www.ico.org, [Consultado febrero 2018]. 16-06-2017.
- Kufa, T.: Biomass production and distribution in seedlings of *Coffea arabica* genotypes under contrasting nursery environments in south wester Ethiopia. *Agricultural Science*, 3 (6): 835-843, 2012.
- Laderach, P.; Lundy, M.; Jarvis, A.; Ramirez-Villegas, J.; Perez, P. E.; Schepp, K. y A. Eitzinger: Predicted Impact of Climate Change on Coffee Supply Chains. The Economic Social and Political Elements of Climate Change, Berlin, Germany: Springer Verlag, 2015.
- López, Catalina; Mireya Cabrera; Martínez, F.; Pérez, P.; González, C. y R. Ramos: Indicadores productivos en clones de *Coffea canephora*, Pierre ex Froehner. *Café Cacao*, 2 (1):16-20, 2001.
- Mattiello, J. B.; Gervasio, E. M.; Zonta, M. J. E. y J. B. Mattiello: Produção de material seca, crescimento radicular em absorção de calcio, fósforo e alumínio por *C. canephora* e *C. arabica* influenciada da atividade do alumínio. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 32: 425-434, 2008.
- Molina Vinasco, Diana María, Ramírez Builes, V. H. y H. A. Cortina Guerrero: Comportamiento de accesiones de *Coffea arabica* sometidas a déficit de humedad del suelo. *Cenicafé*, 67(1): 41-54, 2016.

- Plaza, L. y R. Duicela: Caracterización Fenotípica del Germoplasma de *Coffea canephora* Pierre base para su mejoramiento en Ecuador.- EPAMCIENCIAS, p. 10, 2015.
- Quijano, J.: *Aspectos botánicos y condiciones agroecológicas del cafeto*. En: Manual del caficultor Capítulo II. Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café. PROCAFE, .p 214, 2003.
- Santiesteban 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.
- Soto, F.; Plana, R. y N. Hernández: Influencia de la temperatura en la duración de las fases fenológicas del trigo harinero (*Triticum aestivums spaestivum*) y triticales (*Triticum secale* Wittmack) y su relación con el rendimiento. *Cultivos Tropicales*, 30(3): 32-36, 2009.
- Suprijadji, G. and B. O. Mubiyanto: Alternative for vegetative propagation technique on coffea. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. *Worta-pdeat-penelitian-kope-dan-kakao*, 14 (2): 139-145, 1998.
- Varese, E. y J. Rojas: Caficultura Sustentable I (Stichting Interkerkelijke Aktie Voor Latijns Amerika 'Solidaridad'). 102 pp., 2012.

Estructuras Escuelas

La restructuración actual del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales confirió a la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente la creación de las Estructuras Escuelas en la base productiva, como estrategia factible y eficaz para el trabajo con el productor, quien contribuye en la garantía de la perspectiva alimentaria, en el actual panorama medioambiental y económico del país, así como en la formación de las nuevas generaciones y como incentivo a la reanimación de la caficultura nacional.