



EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CLONES REGIONALES DE CACAO EN LA SUBREGIÓN DEL URABÁ ANTIOQUEÑO: FASE I

EVALUATION AND CHARACTERIZATION OF COCOA REGIONAL CLONES IN THE SUBREGION OF THE URABA ANTIOQUEÑO: PHASE I

Roberto Antonio González Gordon¹;
Natalia David Silva²; Alberto Suarez Calderón³
Darío Antonio Castañeda Sánchez⁴

Recibido: 12-03-2018
Aceptado: 15-11-2018

Resumen

En esta investigación se identificaron y evaluaron árboles élite de cacao, con características de producción, adaptabilidad y calidad sobresaliente; aprovechando la alta variabilidad genética existente en la subregión de Urabá. En un sistema de siembra en triángulo (3.5 x 3.5 m) se seleccionaron 29 individuos (clones) con cinco árboles por cada clon. En cada individuo, se registraron longitud, diámetro, peso de mazorca, de la cáscara y humedad del grano. Los clones fueron identificados con las siglas FMA (Fedecacao La Marina Apartadó). Mediante un diagrama de dispersión se determinó el comportamiento de los clones con mayor o menor producción obtenida, estos datos fueron estandarizados y normalizados. Por medio del análisis por conglomerados se seleccionaron cuatro grupos (A, B, C y D) formados a una distancia euclidiana de alrededor de 0.7 unidades, que fue el número de grupos con mejor asociación en las características fenotípicas de los clones. Finalmente, el grupo A, representado por los seis clones FMA 12, 13, 14, 18, 20 y 28 presentaron una producción constante durante diez meses, así como alto rendimiento durante el periodo de estudio; permitiendo establecer programas de propaga-

- 1 Colombiano. I. Ag. MSc. Investigador Sennova. Complejo Tecnológico Agroindustrial Pecuario y Turístico – SENA. Apartadó – Antioquia. Grupo de investigación ABIBE y Fitotecnia Tropical - UNAL. Semillero de Investigación SISA. E-mail: roagonzalezgo@unal.edu.co.
- 2 Colombiana. T. Ag. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Regional Apartadó – Antioquia.
- 3 Colombiano. T. Ag. Federación Nacional de Cacaoteros – FEDECACAO. Apartadó - Antioquia.
- 4 Colombiano. I. A; MsC y Ph.D. Profesor asociado. Universidad Nacional de Colombia – Medellín. Grupo de investigación Fitotecnia Tropical. Email: dacasta4@unal.edu.co

ción y establecimiento en parcelas demostrativas de la subregión; los demás grupos (B, C y D) obtuvieron bajo nivel productivo, calidad y desarrollo fenológico. Por lo tanto, se recomienda evaluar la relación compatible de los clones respecto a los demás materiales ya propagados y establecidos en la zona para implementarlos en arreglos de siembras comerciales.

Palabras clave: producción, selección, calidad, fenotipo, *Theobroma cacao* L.

Abstract

In this research, elite cacao trees were identified and evaluated based on characteristics of production, adaptability and outstanding quality; taking advantage of the high genetic variability existing in the subregion of Urabá. In a triangle sowing system (3.5 x 3.5 m), 29 individuals (clones) were selected with five trees for each clone. In each individual, length, diameter, weight of ear, weight of the skin and wet weight of grains were recorded. The clones were identified with the acronym FMA (Fedecacao la Marina Apartadó). By means of a dispersion diagram, the behavior of the clones with higher or lower production was determined; these data were standardized and normalized. By means of the cluster analysis four groups were selected (A, B, C and D) formed at a Euclidean distance of about 0.7 units, which was the number of groups with the best association in the phenotypic characteristics of the clones. Finally, group A, represented by the six clones, FMA 12, 13, 14, 18, 20 and 28 presented a constant production during ten months, as well as a high performance during the study period; allowing the establishment of propagation and establishment programs in demonstration plots of the sub region. The other groups (B, C and D) presented a low level of production, quality and phenological development. Therefore, it is recommended to evaluate the compatible relationship of the clones with

respect to the other materials already propagated and established in the area to be implemented in commercial planting arrangements.

Keywords: production, selection, quality, phenotype, *Theobroma cacao* L.

Introducción

La producción de cacao en Colombia se desarrolla en 206 municipios, en un área de 83.000 hectáreas, atendidas por unas 25.000 familias y generando unos 4 millones de jornales; con plantaciones que están entre 7 y 20 años de edad correspondientes al 55% del área y un 30% son mayores de 20 años (Oicata, 1986 y Fedecacao, 2015). Se postula como posible centro de origen para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), la región localizada alrededor de las partes altas de los ríos Ñapo, Putumayo y Caquetá (Argüello, Mejía, Contreras, y Toloza, 1999).

La posterior dispersión de las especies del género *Theobroma* del este, hasta La Guyana y hacia el norte, el sur de México dio origen a los grupos o poblaciones de cacao con características bien definidas y diferenciales; los forasteros y criollos respectivamente (Enríquez, 1985; Reyes, Martínez y Rincón, 1994). Un tercer grupo definido en etapa posterior hace referencia a los híbridos trinitarios cuyo origen parece ser el resultado de un cruzamiento natural y artificial entre las dos poblaciones básicas: criollo y forastero (Argüello et al., 1999 y Pinzón, Rojas y Rojas, 2007a).

A mediados del siglo XX hasta los inicios del siglo XXI, en Colombia se propagaron de manera generalizada los cacaos híbridos; estos se distribuyeron en las principales zonas productoras conocidas actualmente (Santander, Arauca, Antioquia, Huila, Nariño y Tolima), dando origen a la producción de estos individuos. Muchos materiales (clones) conocidos en la actualidad como universales, son parte de una selección



de poblaciones híbridas en Trinidad, es decir, corresponden a individuos sobresalientes de la descendencia de aquellos cruzamientos naturales entre forasteros y criollos; los más conocidos son: el ICS-1, ICS-39, ICS-40, ICS-60, ICS-95, TSH-565, entre en otros (Pinzón, Rojas y Rojas, 2014c).

De igual manera, surgieron otros materiales (híbridos) a nivel nacional por medio del cruzamiento entre las dos poblaciones básicas forasteros y criollos, los cuales fueron introducidos en Colombia a mediados del siglo XXI por el pueblo Amerindio de la tribu de los Barís y propagados de forma sexual; estos a lo largo del tiempo fueron adquiriendo gran adaptación a las condiciones agroclimáticas de las regiones del país; hoy en día se les conoce como clones regionales (Aidé, Ramírez y Villamizar, 2011).

La generación de tecnología a nivel nacional ha estado estrechamente relacionada con la producción de cacao a partir de híbridos o clones extranjeros, pero se ha dejado atrás esa gran variabilidad genética que se posee, principalmente, en las zonas del bajo Cauca, Occidente, Nordeste y Urabá Antioqueño (Aidé et al., 2011).

Por otro lado, aunque existen materiales de alto potencial productivo referenciados en las diferentes zonas del país, los programas de investigación no han logrado rescatarlos y coleccionarlos para su conservación y evaluación, por ende, profundizar sobre el potencial genético para usarlos adecuadamente en programas de mejoramiento o siembras de nuevas plantaciones comerciales por propagación asexual (Castellanos, Flórez, Contreras y Toloza 1999a).

Los materiales utilizados corresponden en un 41% a híbridos, un 58% a materiales de origen indeterminado y solamente el 1% a materiales de tipo clonal; sembradas en densidades a 700 árboles por hectárea (Castellanos, 1999 y Pin-

zón, 2007a, 2014b). El objetivo de este trabajo fue caracterizar y evaluar algunos clones regionales de cacao, establecidos en un jardín clonal, con el propósito de obtener materiales sobresalientes aptos para propagar en sistemas de siembras comerciales de la subregión del Urabá antioqueño.

Materiales y métodos

Descripción del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el jardín clonal “La Marina” de la Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao), localizado en el kilómetro 7 vía 62 - Carepa (7° 49'25.45" N - 76°38'53.77" W). El terreno pertenece al orden Entisol, desarrollados a partir de sedimentos aluviales medianos y finos con aportes gravillosos en los sectores más degradado, presenta texturas franco arcillosas, se distribuye entre un clima cálido y húmedo, con precipitaciones entre 2.300 y 3.000 mm anuales⁻¹, humedad relativa del 80% y temperaturas promedio de 28° C, y según la clasificación Holdridge pertenece a una zona de vida bosque húmedo Tropical (bh-T) (García et al., 2007; IGAC, 2017 y González, Álvarez y Castañeda, 2018).

Selección e identificación de los clones

Se realizó una selección de los materiales regionales ya establecidos en el predio en un sistema de siembra en triángulo 3.5 x 3.5 m. Como metodología se utilizó la empleada por centros principales de investigación del cacao localizados en Costa Rica y Trinidad, cuyo concepto es el de mejoramiento por selección individual de árboles superiores que sobresalten en los lotes comerciales para la determinación de características fenotípicas relacionadas con el mayor potencial productivo (Correa, 1981 y Escobar, 2008).

Los árboles seleccionados se evaluaron durante diez (10) meses y fueron caracterizados mediante 14 variables alométricas a nivel cualitativo y cuantitativo del árbol, fruto y semilla, aplicando la metodología de la caracterización descrita por Engels, Bartley y Enríquez (1980). Finalmente, usando esta información se seleccionaron para la investigación 29 clones y cinco árboles por cada uno de estos, con una edad fenológica entre tres y cuatro años (en su etapa de producción); el patronaje correspondió al clon IMC-67. Cada uno de estos materiales, fueron denominados con las siglas FMA "Fedecacao la Marina Apartadó" (Figura 1). Para la identificación se tuvo en cuenta el apoyo logístico de la Federación Nacional de Cacaoteros - sede Apartadó.



Figura 1. Placa que corresponde al nombre y número del material.
Fuente: Los autores

Toma de datos y evaluación de materiales regionales

Teniendo en cuenta la sanidad de los árboles e implementación de labores culturales como podas de formación, fitosanitarias, mantenimiento y otros aspectos agronómicos como fertilidad y cosecha; se evaluó el número de mazorcas por árbol teniendo en cuenta el 60% de las mazorcas cosechadas, con el fin de descartar abortos, mazorcas rechazadas o mal formadas fisiológicamente por el árbol. En estas mazorcas se midió diámetro, longitud y peso; grosor y peso de la cáscara; peso y número de granos. También se

midió el perímetro del patrón a una altura 15 cm y del injerto a 15 cm de la mesa del árbol (Engels et al., 1980; Enríquez y Soria, 1996) (Figura 2).

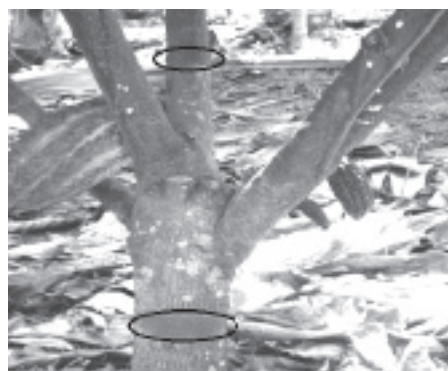


Figura 2. Lugar donde se tomó la muestra del perímetro del patrón y del injerto
Fuente: Los autores

Análisis de la información

Para el análisis de la información en el comportamiento productivo, se utilizó un diagrama de dispersión *box plot*. El agrupamiento de los clones se realizó con base en las variables alométricas del cultivo y características fenotípicas de cada clon (mazorca), siguiendo la metodología multivariada de conglomerados. Para establecer las distancias entre variables y clones, se analizaron los datos por medio de la distancia euclidiana, ya que establece independencia entre individuos definida como:

$$^{(1)}d(X, Y) = [\sum_{i=1}^p |X_i - Y_i^m|]^{1/m}$$

(1) Distancia entre dos puntos
en p dimensiones, donde m = 2

Posteriormente se agruparon los clones mediante el método completo y cada clon se asoció con el grupo del conglomerado en el cual se ubicó, se generó así una variable categórica adicional. Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico y de programación R-project® 2015 versión 3.2.2.



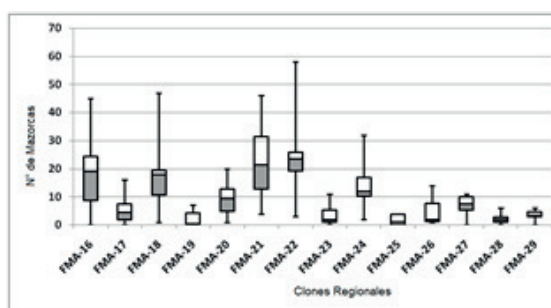
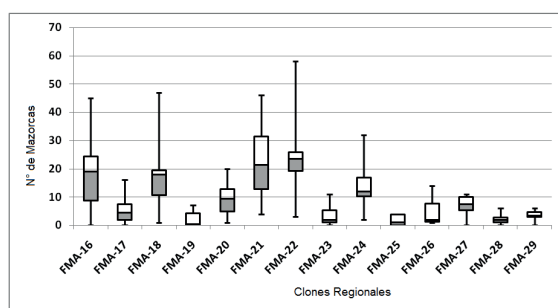
Resultados y discusión

Análisis de producción

Los clones FMA-1, FMA-2, FMA-3, FMA-4, FMA-8, FMA-10, FMA-12, FMA-13, FMA-16, FMA-18 FMA-21, FMA-22 y FMA-24 presentaron la mayor producción, oscilado entre 14 y 29 mazorcas árbol-1 mes-1 y los clones FMA-5 y FMA-20 presentaron una producción media de siete y nueve mazorcas árbol-1 mes-1. Los demás clones presentaron una baja producción, la cual estuvo entre tres y cinco mazorcas árbol-1 mes-1 (Figura 3 y 4). Según Argüello et al. (1999) los materiales ge-

néticos con alto potencial productivo presentan un comportamiento entre 90 y 110 mazorcas por árbol-1 año-1, lo cual solo se ha reportado en clones universales.

Por lo tanto, se consideran como materiales actos para propagar y establecer parcelas o predios comerciales (Oicata, 1986). En este sentido, Pinzón et al. (2014b) y Pinzón et al. (2009) agregan que el comportamiento productivo está altamente relacionado con las condiciones agroclimáticas, las prácticas culturales implementadas en el cultivo y la compatibilidad sexual entre clones.



Figuras 3 y 4. Registro del comportamiento productivo de mazorcas por clon.
Donde A: clones entre FMA-1 y FMA-15 y, B: clones entre FMA-16 y FMA-29
Fuente: Los autores

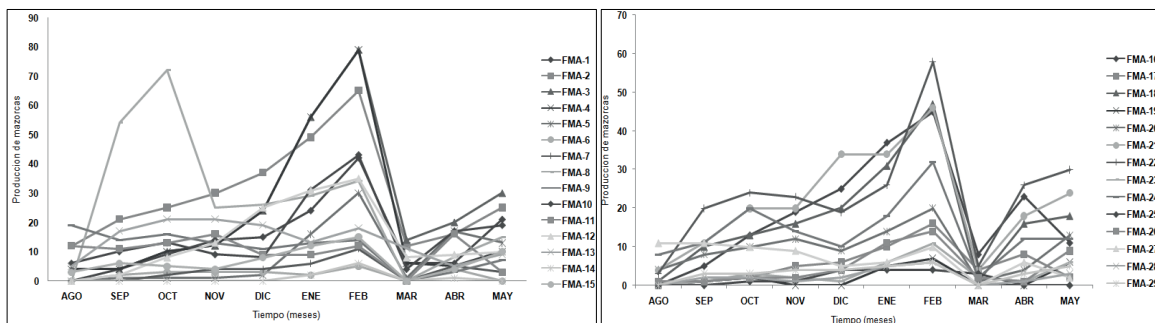
Por otra parte, se analizó la distribución de producción, en la que se presentaron dos incrementos en la cosecha, uno en el primer trimestre del año (73 mazorcas árbol⁻¹) y el otro en el tercer trimestre (79 mazorcas árbol⁻¹). Los clones FMA-2, FMA-3, FMA-16, FMA-18 y FMA-21 presentaron su producción más alta en los meses de enero y febrero; mientras que los clones FMA-8 y FMA-22 obtuvieron una producción media de 18 y 23 mazorcas árbol⁻¹, respectivamente, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, retomando el incremento de producción (30 y 58 mazorcas árbol⁻¹ respectivamente) en enero y febrero, presentando un rendimiento estable de producción en este periodo (Figura 5 y 6).

De acuerdo con Fedecacao (2015), el mayor comportamiento productivo se presenta en los clones autocompatibles; sin embargo, dependiendo del arreglo o del sistema de distribución de clones por área, manejo técnico y algunos aspectos ambientales (disponibilidad de lluvia y humedad) afectan directamente la productividad. En la subregión de Urabá el comportamiento productivo de los sistemas agrícolas está relacionado de acuerdo con un régimen bimodal, porque la precipitación se distribuye en dos temporadas durante el año (húmedas) y una temporada seca (Enríquez, 1985).

Estas condiciones de humedad ambiental y disponibilidad hídrica en el suelo, definen el

comportamiento de los sistemas agrícolas productivos y atraviesa cuatro etapas que se denominan: 1) periodo de reposo en el mes de febrero, 2) periodo vegetativo en los meses de marzo hasta junio o julio, 3) periodo productivo entre julio y septiembre, 4) periodo de cosecha entre octubre y diciembre (Pinzón et al., 2007). Los resultados indican el comportamiento productivo

durante los diez meses del año, corroborando lo reportado en otras investigaciones realizadas por Navarro y Mendoza, (2006), donde los árboles de cacao presentan condiciones generalizadas de producción y cosecha durante los meses de agosto y noviembre-diciembre.



Figuras 5 y 6. Registro del comportamiento productivo de los clones en el tiempo. Donde A: distribución de clones entre FMA-1 y FMA-15 y, B: distribución de clones entre FMA-16 y FMA-29

Fuente: Los autores

Descripción y agrupamiento según las variables alométricas

En la figura 7 se encuentran los cuatro grupos clasificados en cada rama (*clusters*) con su respectiva probabilidad de agrupamiento, formados a una distancia euclidiana de 0.7 unidades que fue el mejor número respecto a las características fenotípicas de los materiales, donde el grupo A está conformado por seis clones (FMA-14, FMA-20, FMA-18, FMA-28, FMA-12, FMA-13) los cuales representan el 21% de la población total; en el grupo B se encuentran ubicados clones (FMA-1, FMA-24, FMA-5 y FMA-9) con un 14%; el grupo C, está representado por el 10% con tres clones (FMA-8, FMA-3 y FMA-26) y fi-

nalmente el grupo D, conformado por 16 clones (FMA-16, FMA-17, FMA-21, FMA-23, FMA-2, FMA-11, FMA-10) que representa el 55% (Figura 7). Avalos, Porres, Poll, Dardin, Arévalo, y Rosales. (2012), realizaron la caracterización morfológica en clones de cacao encontrando seis materiales de tipo criollo con particularidades aptas y sobresalientes para la implementación en sistemas productivos.

De igual forma Ballesteros (2011), mediante la implementación de conglomerados (*clusters*) caracterizó árboles élite de cacao permitiéndole agrupar y diferenciar individuos con indicadores aptos para establecer estrategias de propagación y parcelas comerciales.

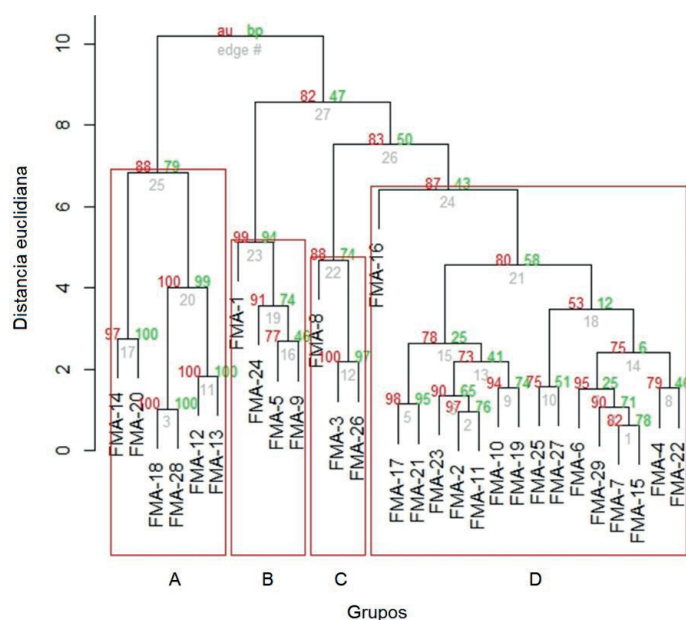


Figura 7. Agrupamiento de los clones regionales de acuerdo a las variables alométricas

Fuente: Los autores

Teniendo en cuenta los rangos y/o estándares para los diferentes tipos de mazorcas en cacao reportados por Castellanos et al. (1999) y Fedecacao, (2015), según las características morfoagronómicas de clones élite aptos para jardines clonales y parcelas comerciales como peso de la mazorca (900-1000 gr), peso del grano seco (1,5-2 gr), grosor de la cáscara (1-1,5 cm), número de granos por mazorca (40-45), longitud de mazorca (20-27 cm) y diámetro de mazorca (29-32 cm).

En la tabla 1, se describen las agrupaciones establecidas por el conglomerado, donde el grupo A se encuentra en un nivel alto respecto a número de granos (44 semillas mazorca-1); un nivel bajo en grosor de la cáscara (1,1 cm) y un nivel medio en relación a las demás variables estudiadas (PM: 950 g, PG: 1,5 g, LM: 25 cm y DM: 29,8 cm). El grupo B, presenta bajo peso (1,1 g) y número de granos (38), y un nivel alto en grosor de la cáscara, peso y longitud de la mazorca (1,8 cm,

1200 g y 30 cm respectivamente), característica típica de cacaos tipo angoleta y cundeamor (Fedecacao, 2009 y Castellanos et al., 1999a; 1999b).

Según Fedecacao (2015), de acuerdo con estas características, el grupo (B) no es apto para realizar establecimiento de parcelas comerciales. El grupo C presentó un nivel bajo en longitud de mazorca (18,4 cm), nivel medio en número de granos, peso y diámetro de la mazorca (40 semillas, 920 g y 31 cm, respectivamente) y nivel alto en peso granos (2,2 g) y grosor de la cáscara (1,8 cm) (Tabla 1).

Finalmente, el grupo D presentó bajo nivel de número y peso de granos; diámetro y peso de la mazorca (35 semillas, 1 g, 25 cm y 750 g, respectivamente), lo cual indica que para estos clones presentan un alto índice de mazorca (Fedecacao, 2014).

Tabla 1. Descripción de las variables alométricas

Variable	Rango	Unidad	Nivel por grupo del conglomerado			Referencia para el rango
			B ⁽⁷⁾	M ⁽⁸⁾	A ⁽⁹⁾	
PM ⁽¹⁾	900-1000	g	D	AC	B	Castellanos et al., (1999a)
PG ⁽²⁾	1,2-2		DB	A	C	Fedecacao, (2002)
NG ⁽³⁾	40-45	#	DB	C	A	Castellanos et al., (1999a)
GC ⁽⁴⁾	1-1,5	cm	A	D	BC	Fedecacao, (2002)
LM ⁽⁵⁾	20-27		C	AD	B	
DM ⁽⁶⁾	29-32		D	AC	B	

Donde: (1) Peso de la mazorca, (2) Peso de granos secos, (3) Número de granos, (4) Grosor de la cáscara, (5) Longitud de la mazorca, (6) Diámetro de la mazorca, (7) Bajo, (8) Medio, (9) Alto.

Fuente: Los autores

Por otro lado, los clones FMA-2, FMA-3, FMA-5, FMA-8, FMA-13, FMA-10, FMA-16, FMA-18, FMA-21 y FMA-22, presentaron características fenotípicas comerciales (deseables), como lo son: número de granos por mazorca, peso del grano, diámetro, longitud y peso de la mazorca y grosor de la cáscara; las cuales son ideales para establecer programas de mejoramiento genético y sistemas de siembras comerciales (Suarez y Aránzazu, 2010 & Castellanos, 1998). De acuerdo con Bonilla, Zamarripa, Pecina, Garrido y Hernández (2015), los materiales tipo híbridos que presenten características sobresalientes se consideran individuos promisorios para implementar como futuras estrategias para mejorar la producción del cultivo.

Conclusiones

El 35.5% de los clones (FMA-2, FMA-3, FMA-5, FMA-8, FMA-13, FMA-10, FMA-16, FMA-18, FMA-21 y FMA-22), presentaron características fenotípicas comerciales de gran importancia para el establecimiento de sistemas productivos en la subregión de Urabá.

El 45% de los clones (FMA-1, FMA-2, FMA-3, FMA-4, FMA-8, FMA-10, FMA-12, FMA-13, FMA-

16, FMA-18, FMA-21, FMA-22 y FMA-24), presentaron mayor producción (110 -130 mazorcas árbol-1) durante el periodo de estudio respecto a los demás materiales evaluados.

El grupo A representado por los clones FMA-14, FMA-20, FMA-18, FMA28, FMA-12, FMA13, estuvo conformado por genotipos de mayor número de granos por mazorca, peso del grano, diámetro, longitud y peso de la mazorca. Mientras que los demás grupos presentaron un nivel bajo a medio de dichas características.

El método por conglomerados permitió clasificar cuatro grupos de los clones regionales de acuerdo con las características evaluadas. Lo cual es una herramienta de gran utilidad para continuar con la investigación e identificar individuos sobresalientes.

Recomendaciones

Se recomienda continuar con la investigación para determinar el comportamiento productivo de los clones, resistencia a plagas y enfermedades y la compatibilidad sexual con otros clones regionales y universales ya establecidos en parcelas comerciales, con el propósito de definir



arreglos de siembra antes de su implementación en campo.

Agradecimientos

A la Federación Nacional de Cacaoteros sede Apartadó por la gran atención prestada y facilitar los sitios de estudio e investigación, así como también por la información suministrada y al grupo de investigación CIPUR del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, por su acompañamiento en la ejecución de la investigación.

Referencias bibliográficas

- Aidé, J., Ramírez, O. & Villamizar, A. (2011). Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 9(1): 35-42. Colombia. ISSN: 1692-3561.
- Argüello, O., Mejía, L., Contreras, N. & Toloza, J. (1999). Evaluación, introducción y multiplicación de árboles elite de cacao como estrategia de productividad para el nororiente colombiano. Informe final. Bucaramanga. 7-10.
- Avalos, A., Porres, M., Poll, E., Dardin, E., Arévalo, L. & Rosales A. (2012). Caracterización agronómica, botánica y molecular de clones de cacao tipo criollo y mejorado de la zona sur de Guatemala. Artículo Breve 24. Universidad del valle de Guatemala 99-104.
- Ballesteros, W. (2011). *Caracterización morfológica de árboles elite de cacao (Theobroma cacao L.) en el municipio de Tumaco, Nariño, Colombia* (Doctoral dissertation, Universidad de Nariño). 22-24.
- Bonilla, J., Zamarripa, A., Pecina, V., Garrido, E. & Hernández E. (2015). Evaluación agronómica de híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(1): 71-82.
- Castellanos, O. (1998). Variabilidad morfoagronómica de 59 árboles elites de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santander. Corpoica. Memorias cuarto seminario técnico regional Bucaramanga Colombia.
- Castellanos, O., Flórez, L., Contreras, N. & Toloza, J. (1999b). Evaluación, introducción y multiplicación de árboles elite de cacao como estrategia de productividad para el nororiente colombiano. Informe final. Corpoica. Bucaramanga. 8-9.
- Castellanos, O., Flórez, L., Contreras, N. y Toloza, J. (1999a). Manual de caracterización morfoagronómica de clones elite de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el nororiente colombiano. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Bucaramanga 7-9.
- Correa, T. (1981). Determinación de los genotipos de compatibilidad en algunos cultivares y progenies Híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis como registro parcial para optar al grado de Magister Scientiae. ICA-UN. Bogotá. Colombia. 31-34.
- Engels, J., Bartley, B. & Enríquez, G. (1980). Cacaos descriptors. Their States and Modus Operandi. Turrialba. Costa Rica. 12-14.
- Enríquez, G. & Soria, V. (1996). Estudio de variabilidad de varias características de las Mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Fitotecnia Latinoamericana* 3: 99-124
- Enríquez, G. (1985). Curso para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Centro de Investigación Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica, pp. 7-8.
- Escobar, R. (2008). Comportamiento de seis clones de "cacao" (*Theobroma cacao* L.) en Guasaganda, provincia de Cotopaxi. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador, pp. 1-3.
- Federación Nacional de Cacaoteros - Fedecacao (2002). Guía técnica para el establecimiento de bancos de germoplasma y recolección de materiales sobresalientes en parcelas fase III. Fondo Nacional del Cacao. Colombia, pp. 8-10.
- Federación Nacional de Cacaoteros - Fedecacao (2015). Guía Técnica para el cultivo de cacao. Federación Nacional de Cacaoteros. Fondo Nacional del Cacao. Sistema General de Regalías. Sexta Edición. Bogotá D. C. Colombia, pp. 171-173.
- García, L., J. Díaz, L. Burgos, L. Ortiz, J. González, D. Vera, R. Burgos, G. Peña, R. Siachoque & J. Romero. (2007). Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Antioquia. Instituto Geográfico

- Agustín Codazzi. Tomo 2. Gobernación de Antioquia. Bogotá D.C., pp. 320-322.
- González, R., Álvarez, E. & Castañeda, D. (2018). Evaluación de la calidad química del suelo en agroecosistemas cacaoteros de la subregión del nordeste y Urabá antioqueño. *Rev. Colomb. Investig. Agroindustriales*, 5(1):41-52. doi:<http://dx.doi.org/10.23850/24220582.730>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC (2017). Suelos y tierras de Colombia. Tomo 2. Gobernación de Antioquia. ISBN: 978-9588-32383-1 Bogotá D.C., pp. 205-230.
- Navarro, P. & Mendoza, A. (2006). Cultivo del cacao en sistema agroforestales. Programa para el desarrollo rural sostenible. Río San Juan. Nicaragua, pp. 55-58.
- Oicata, L. (1986). Caracterización de 62 clones de nacionales de cacao existentes en el Banco de Germoplasma C.N.I. Palmira. Tesis para optar título de Bióloga. U. Nacional. Palmira. 217 p.
- Pinzón, J., Rojas A. J. & Rojas, F. (2014c). Guía técnica para el cultivo del cacao, Federación Nacional de Cacaoteros. Fondo Nacional del Cacao. Quinta edición, pp. 21-33.
- Pinzón, J., Rojas A., J. & Rojas, F. (2007a). Guía técnica para el cultivo del cacao, Federación nacional de cacaoteros. Fondo Nacional del Cacao. Segunda edición, pp. 27-32.
- Pinzón, J., Rojas, J. & Rojas, F. (2009b). Guía técnica para el cultivo del cacao. Federación Nacional de Cacaoteros. Fondo Nacional del Cacao. Bogotá D. C.: Cuarta edición, pp. 49-51.
- Reyes, L. M., Martínez, O. & Rincón, B. (1994). Diversidad y variabilidad morfológica de catorce colectas de cacao (*Theobroma cacao* L.) *Revista ICA* 29: 19-25.
- Suárez, Y. & Aránzazu F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Primera edición. Corpoica. Fedecacao. ISBN: 978-958-740-034-2. Editorial: Calle L., pp. 13-15. Recuperado de: http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_04A.pdf