

2017 International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima, Peru, 13 - 17 November 2017

Identificación de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) con potencial para el mejoramiento de los sistemas de producción en el sur de la Amazonía ecuatoriana

D. Calderón*, C. Subía*, F. Fernández*, R. Loor**, O. Fouet***, C. Lanaud***

* INIAP-EECA, Joya de los Sachas, Ecuador, ** INIAP-EETP, Quevedo, Ecuador, *** CIRAD, Montpellier, Francia.

RESUMEN

La variabilidad existente dentro de las especies es la herramienta básica para los procesos de mejoramiento, la que se encuentra principalmente en sus respectivos centros de origen, como es el caso del cacao en la Amazonía ecuatoriana. Desde los años 60 – 70's se han realizado varios estudios y prospecciones que han permitido el establecimiento de bancos de germoplasma, los que actualmente se encuentran custodiados por el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos del INIAP. Más recientemente, desde el año 2010 el Programa Nacional de Cacao, en coordinación con el CIRAD de Francia, en base a resultados científicos de interés para el Ecuador han realizado hasta el momento tres prospecciones al sur de la Amazonía. El material genético obtenido en la provincia de Zamora Chinchipe, se encuentra conservado y bajo evaluación en la Granja Experimental Domono (GED) de INIAP a 1100 msnm, para lo que fueron instalados un ensayo de clones (63) y un ensayo de híbridos (429). Al momento, los resultados en la GED evidencian materiales híbridos que superan significativamente los rendimientos registrados por los clones testigos (EET-103, CCN-51); los individuos híbridos identificados son: ZAMO3p19, ZAMO3p1, ZAMO5p9, los mismos que son considerados como promisorios para cabezas de clon adaptados a las condiciones de pie de cordillera y varios de ellos están usándose en el plan de mejoramiento por hibridación dirigida que actualmente lo desarrolla el Programa Nacional de Cacao en la Amazonía. Este accionar se ha complementado con la participación activa de comunidades Shuar y colegios agrícolas de la región, con quienes se ha extendido el rango de intervención hacia los cantones del Pangui – Zamora Chinchipe y Tiwintza – Morona Santiago, donde se realizaron talleres previos para la socialización y aprendizaje de la metodología de trabajo. Se han logrado coleccionar muestras foliares de 76 árboles para análisis genético que están siendo procesadas en los laboratorios de CIRAD, así también se obtuvieron varetas para clonación de todos los árboles y 97 mazorcas de 59 árboles para la obtención de híbridos. La multiplicación del material asegura la instalación de al menos un nuevo ensayo clonal y tres de descendencia híbrida que serán instalados próximamente en la región así como en las granjas experimentales, mientras que los resultados genéticos preliminares reflejan nueva e interesante variabilidad que ya está siendo usada en las estrategias de mejoramiento genético.

INTRODUCCIÓN

La cuenca amazónica es el centro de origen del cacao y cuenta con la mayor diversidad genética posible de la especie *Theobroma cacao* L. Dicha diversidad es un recurso natural que confiere a ciertos cultivares atributos útiles para el mejoramiento y en el mejor de los casos la selección de clones con potencial comercial. Desde los años 60 – 70's se han realizado prospecciones a lo largo de la cuenca alta y baja del río Amazonas, lo que ha permitido el establecimiento de bancos de germoplasma que actualmente se encuentran custodiados por el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

En el Ecuador estudios previos identificaron en las plantaciones tradicionales de cacao, árboles representativos de la variedad de cacao fino Nacional, considerados en peligro de perderse. Estos individuos fueron comparados genéticamente con un grupo de cacaos silvestres provenientes de diversas regiones de América del Sur y Central, logrando evidenciar una fuerte relación de parentesco entre el grupo representante de la variedad Nacional con ciertas muestras procedentes del sur de la Amazonía ecuatoriana (Loor et al. 2009).

En los años 2010 y 2013 en el sur de la Amazonía ecuatoriana se realizaron dos prospecciones, fruto de ellas se recolectaron 83 y 48 muestras en cada año, respectivamente, obteniéndose hojas, varetas y frutos de árboles silvestres o semi-silvestres como probables ancestros de la variedad Nacional. En aquella ocasión, en la Granja Experimental Domono del INIAP, ubicada a 11 km de la ciudad de Macas, en la provincia amazónica de Morona Santiago y en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, cerca de Quevedo, en la provincia de Los Ríos se instalaron ensayos con plantas clonales y con individuos híbridos segregantes provenientes de semilla de los árboles muestreados (Loor et al. 2015).

Después de 5 años de evaluación se han identificado individuos híbridos con alto potencial productivo: ZAMO3p19, ZAMO3p1 y ZAMO5p9 y por estudios realizados en Francia presentan también características de buena calidad organoléptica, superando significativamente al CCN-51 y al EET- 103 considerados como testigos en los estudios de mejoramiento que se conducen en la región, es por ello que estas colecciones en su conjunto constituyen para el país una importante fuente de genes para el diseño y desarrollo de nuevos esquemas de mejoramiento genético del cacao ecuatoriano.

Con estos antecedentes y revisada la información geográfica de la localización de los puntos de origen de los materiales colectados años atrás, se identificaron zonas en las provincias de la Amazonía sur con características ambientales ideales para el desarrollo del cultivo de cacao, donde no se han reportado colectas de materiales que permitan incrementar la variabilidad del cacao tipo Nacional y se desarrolló un plan de intervención que es el objetivo del presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de acercamiento a las comunidades inició a finales del 2016 para que en marzo de 2017 se realicen las visitas y la identificación de los árboles de cacao en los cantones amazónicos de Pangui perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe y Tiwintza en la provincia de Morona Santiago, república del Ecuador.

Apoiados por referencias y evidencias que datan sobre el origen del cacao, el Programa Nacional de Cacao del INIAP, realizó visitas a los cantones El Pangui y Tiwintza, para realizar un diagnóstico sobre la existencia de plantas de cacao antiguas, identificar actores claves y definir acciones que permitan recabar información y material genético de cacao de interés. En la primera visita se identificaron como aliados estratégicos organizaciones de productores, centros educativos, Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) locales, comunidades indígenas, técnicos locales y productores independientes, con quienes se socializaron los objetivos, las características que deben tener los árboles buscados y varios aspectos metodológicos del trabajo que concluyeron con el compromiso de que en la próxima reunión los actores locales llevarán mazorcas de cacao provenientes de los árboles de sus fincas que cuenten con las características propias de un árbol nativo.

En una segunda visita, se ejecutaron talleres con la participación de los productores padres de familia, estudiantes, técnicos y autoridades, y se les explicó el plan de prospección, se realizaron demostraciones prácticas sobre la evaluación y caracterización de las mazorcas de cacao llevadas por los propios productores como evidencia de la existencia de este tipo de cacao en sus propiedades. Con este diagnóstico de la variabilidad de cacao Nacional existente en la zona, junto con líderes y técnicos que conocen el sector y apoyados de mapas, se realizó la ubicación de los puntos de exploración, se analizaron trayectos y rutas que permitieron definir el cronograma de visitas a las fincas para la identificación, selección y recolección del germoplasma.

Para la recolección de las muestras de los árboles madres se siguieron las metodologías utilizadas junto con los técnicos del CIRAD en expediciones de los años 2010 y 2013 (Loor et al. 2015) que consistieron en la recolección de varetas, frutos y hojas todos debidamente codificados y respaldados con su registro fotográfico y los datos pasaporte con la información de fecha, finca, propietario, ubicación geográfica y posición geográfica, así como ciertas condiciones del lugar de acuerdo al formato que dispone el DENAREF.

Las varetas recolectadas fueron debidamente identificadas con su respectiva etiqueta y empacadas con papel toalla humedecido para evitar la deshidratación durante el traslado hacia la granja Palora del INIAP, ubicada en el cantón Palora de la provincia de Morona Santiago, donde se realizó la propagación vegetativa por el método de injertación de púa lateral que es la técnica utilizada en los procesos de multiplicación de plantas clonales por el INIAP, (Loor *et al.* 2016). Los patrones o porta injertos utilizados cumplían con los parámetros establecidos para el caso, los cuales fueron preparados con 3 meses de antelación.

Las mazorcas recolectadas fueron identificadas y trasladadas a la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) en la Joya de los Sachas provincia de Orellana, donde se evaluaron sus características morfológicas como: color, largo y diámetro de mazorca, espesor del casco, profundidad del canal, número, tamaño, color y peso de almendras. Las almendras fueron sembradas en fundas de vivero para la obtención de plantas con las que se establecieron pruebas experimentales de descendencia en cada una de las localidades de origen con una réplica de las poblaciones en la GED y en la EECA; otro grupo de mazorcas fueron enviadas al laboratorio de calidad organoléptica de la Estación Experimental Tropical Pichilngue (EET-P) en la Provincia de Los Ríos, donde se realizaron pruebas de calidad.

De cada árbol muestreado se recolectaron entre 2 y 3 hojas sanas, las que fueron empacadas en fundas plásticas al vacío con su respectiva identificación para ser enviadas a los laboratorios del CIRAD en Francia y proceder con el análisis molecular utilizando la técnica de microsatelites para explorar la diversidad genética colectada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cada una de las fincas visitadas se tomaron muestras de entre uno y ocho árboles con características de cacao de tipo Nacional, la principal condición fue que la edad estimada de los árboles sea mayores a los 20 años, lo que se verificó de acuerdo al desarrollo de la planta y fue corroborado con a la información proporcionada por los dueños de los predios. Se obtuvieron muestras de 76 individuos originarios de 34 fincas ubicadas entre los 200 y 1200 metros de altitud. Las fincas están distribuidas en 21 localidades de seis parroquias dentro de los tres cantones explorados en las provincias de Zamora Chinchipe y Morona Santiago (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción general y localidades exploradas de los genotipos colectados en el sur de la amazonia ecuatoriana 2017.

Descripción	Cantón		
	El Pangui	San José	Santiago
Árboles Identificados	34	20	22
Altitud (msnm)	757 - 1153	200 - 222	245 - 365
Mazorcas evaluadas	51	32	23
Semillas obtenidas	1394	1043	589
Injertos obtenidos	581	454	522

Las principales características de las zonas intervenidas y las condiciones más llamativas de los árboles identificados dentro de cada uno de los cantones, se detallan a continuación:

Cantón El Pangui – Zamora Chinchipe.

En el cantón Pangui se exploraron las parroquias Guismi, Tundayme, Pangui y Pachicutza, identificándose 34 árboles madres (Cuadro 1). La zona se caracteriza por presentar vegetación de tipo montañosa y áreas cultivadas, que ocupan un rango altitudinal entre los 700 y los 1200 msnm. En la localidad El Porvenir se colectaron 5 árboles que se encontraban dentro de pastizales y fueron considerados como materiales nativos que fueron dejados por los finqueros al momento de talar el bosque para el establecimiento de sus potreros, uno de estos árboles presentó almendras de color blanco.

En la localidad de Uwents se tomaron muestras vegetativas de un árbol que no presentaba frutos maduros al momento de la colecta, dos árboles fueron colectados en la localidad de Santiago Paty, junto a áreas cultivadas y pastizales. En la comunidad Shuar Numpai a orillas del río Chuchumbleza, se recolectaron 4 árboles, para luego obtener material de 5 árboles de una parte montañosa ubicada sobre los 800 msnm, en la comunidad La Granja.

En el sector Oasis en una área con cacao cultivado, se recolectó un árbol y 6 árboles fueron identificados en el sector denominado Paraíso, considerada como la zona de mayor altitud (953 hasta 1153 msnm) visitada. Un individuo se identificó en el sector San Antonio, 5 fueron colectados en Tundayme que corresponden a materiales nativos y material propagado por el agricultor, para avanzar en la vía Pangui – Yantzaza, hacia la comunidad Santa Rita donde se obtuvieron 2 árboles y terminar con una muestra de la localidad Calderón en la vía Sta. Rosa.

Cantón Tiwintza – Morona Santiago.

En el Cantón Tiwintza se visitaron varias zonas de las parroquias Santiago y San José de Morona, se contó con el apoyo de técnicos nativos que guiaron al equipo por las riveras de los ríos Yaupi y Santiago. Durante la exploración en este cantón se colectaron 42 árboles en este cantón (Cuadro 1).

En la parroquia San José de Morona se recolectaron 20 árboles madres, específicamente en la comunidad la Unión donde se encontraron árboles que presentaron alta producción al momento de la visita. Varios de estos árboles fueron encontrados dispersos dentro de los pastizales y otros se identificaron en terrenos cultivados por los productores. Uno de los árboles presentó más de 200 mazorcas al momento de la colecta y siguiendo el camino en la vía Guayusa – Panientza se encontró un individuo con alrededor de 100 mazorcas sanas y la particularidad de que todas las almendras en una mazorca tomada al azar eran blancas.

En la parroquia Santiago se recolectaron 22 árboles madres, partiendo del Centro Jempekath con dos árboles y luego hacia el sector las Peñas donde en los linderos de las fincas, se identificaron dos árboles de almendras blancas. Siguiendo por el río Yaupi en la comunidad Kumpak, junto a la laguna del mismo nombre, muy alejado del centro de la comunidad se obtuvieron dos accesiones y únicamente un árbol se rescató en la comunidad San Juan. En la comunidad Shuar de San Ramón aguas abajo del río Santiago cerca del destacamento militar soldado Monge, se recolectaron tres árboles, en condiciones silvestres bajo la vegetación y muy dispersos unos de otros. En la cabecera cantonal de Santiago se identificaron cuatro árboles, específicamente en la localidad de Kusumas para terminar con tres individuos que fueron colectados en la comunidad San Miguel.

Se colectaron 106 mazorcas de las cuales al momento de la evaluación únicamente nueve no fueron consideradas por estar enfermas o muy tiernas. La forma de las mazorcas colectadas es muy similar a los cacao de tipo Nacional, semejantes a las accesiones o árboles nativos, colectadas a lo largo de la cabecera del río Napo cerca de la frontera con Perú (Desrosier y Buchwald 1949). De la evaluación de las principales características morfológicas de las 97 mazorcas colectadas, todas ellas de coloración amarilla en su estado maduro, se registraron mazorcas de entre 12 y 32 cm de largo con diámetros entre 7 y 14 cm que contenían entre 9 y 55 semillas alcanzando peso fresco de entre 25 y 300 g, lo que corrobora la alta diversidad existente dentro del cacao Nacional.

El 25% de las mazorcas evaluadas presentaron almendras de color blanco, identificándose variabilidad en la coloración de las almendras con tonalidades blancas y moradas o purpuras, incluso dentro de una mazorca se podía evidenciar presencia de un porcentaje de almendras blancas y de coloración morada o púrpura y en otras mazorcas el 100% de sus almendras eran blancas.

Por las características evaluadas en los frutos y por la observación en campo de los árboles seleccionados, es claro que existe una amplia diversidad genética lo que favorece la continuidad de la especie ya que permite una mejor adaptación a las diferentes condiciones ambientales y esto es muy valioso considerando que el conocimiento del nivel de diversidad genética asegura la supervivencia de la especie (Van Delden 1992).

CONCLUSIONES.

Se dispone de materiales genéticos de cacao provenientes de un amplio rango de altura sobre el nivel del mar y varios de ellos pueden ser considerados como “cacao de altura” ya que fueron encontrados sobre los límites altitudinales de las condiciones óptimas para el cultivo de cacao. Los árboles colectados durante la expedición presentan características similares a los cacaos de tipo Nacional en relación a sus caracteres morfológicos de fruto y semilla.

En todas las varetas portayemas obtenidas de los árboles madres, se obtuvo éxito en el prendimiento de los injertos realizados, lo que aseguró la obtención de plantas clonales para el establecimiento de una colección de trabajo, la misma que será establecida dentro de los predios de la Estación Experimental Central de la Amazonía.

Las semillas obtenidas de las mazorcas evaluadas fueron sembradas, propagándose 3026 plantas híbridas que son establecidas en los ensayos locales que han sido coordinados con los colegios técnicos agrícolas dentro de cada uno de los cantones y con réplicas de las poblaciones a nivel de Granja y Estación

Experimental. Se enviaron 43 mazorcas colectadas en Tiwintza (San José de Morona) a los laboratorios de calidad en la EET-Pichilingue para su respectivo proceso de microfermentación y análisis de calidad organoléptica.

Los árboles TIW 049 y 052, presentaron el mayor número de mazorcas maduras y en formación al momento de la colecta, lo que se utilizará como referencia para identificar genotipos superiores en futuros trabajos de mejoramiento genético a desarrollarse en la Amazonía.

LITERATURA CITADA

Allen, J. 1987. Recolección de cacao silvestre de la región amazónica ecuatoriana. Traducido por C. Suarez y H. Mora. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 116 p. (Comunicación Técnica N° 15).

Chalmers, WS. 1970. Cacao Germoplasm Colleting in the Oriente Region of Ecuador, In Annual Reports on Cocoa Research, 1972. Trinidad Imperial College of Tropical Agriculture/University of the West Indies, p 30 – 31.

Desrosiers, R. y Buchwald, A. von. 1949. Report of a Trip to the Napo River. Tropical Experiment Station of Pichilingue, Ecuador. Unpublished, 15 p. typed.

Loor R.G., Risterucci AM, Courtois B, Fouet O, Jeanneau M, Rosenquist E, Amores F, Vasco A, Medina M, Lanaud C. 2009. Tracing the native ancestors of the modern *Theobroma cacao* L. population in Ecuador. *Tree Genetics & genomes*. 5(3):421-433.

Loor R.G., Lachenaud P, Fouet O, Arguot X, Peña G, Castro J, Amores F, Valdez F, Hurtado J, Lanaud C. 2015. Rescue of Cacao Genetic Resources Related of the Nacional Variety: Surveys on the Ecuadorian Amazon (2010 – 2013). *ESPAMCIENCIA*. Vol. 6, Núm 3, p 7-15.

Loor, R; Casanova, T; Plaza, L. 2016. Mejoramiento y homologación de los procesos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Eds. Publicación Miscelánea No. 433, 1ª ed. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), EET-Pichilingue, Mocache, Ecuador. 103 p. ISBN: 978-9942-22-103-2.

Van Delden, W. 1992. Genetic diversity and its role in survival of species. *Biodiversity and Global Change*. Eds. CAB international and IUBS. 1992. In: Chapter 6: 41-56.