



The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

IDENTIFICATION, GEOREFERENCING AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF UPPER TREES OF *THEOBROMA CACAO* L. 1753 CULTIVAR WHITE COCOA OF PIURA, PERU

IDENTIFICACIÓN, GEORREFERENCIACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁRBOLES SUPERIORES DE *THEOBROMA CACAO* L. 1753 CULTIVAR CACAO BLANCO DE PIURA, PERÚ

Mauro Quiñones¹; Eduardo Espinoza²; Fredy Yovera²; Yunder Cuchilla² & Delia Castro¹

¹Laboratorio de Biotecnología Vegetal. Universidad Ricardo Palma (URP) - Facultad de Biología. Lima, Perú.

²Cooperativa Norandino, Piura, Perú.

Author for correspondence: mauro.quinones@gmail.com

ABSTRACT

White Cocoa (*Theobroma cacao* L., 1753) fine aroma of Piura-Peru is a genetic richness, unique in its kind, highly coveted by the main chocolate companies in the world, is in danger of disappearing due to its pollination system crusade. The objective of the present investigation was to identify, georeference and morphologically characterize the upper trees of *T. cacao* "White Cocoa", with productive and export potential in cocoa areas of Piura (Morropón and Huancabamba), for its conservation and propagation clonally *in vitro*. The identification of the trees was carried out with the participation of owners of production farms. The coded trees were georeferenced with a GPS. Morphological characterization and productivity analysis were carried out using basic selection criteria and established production indicators for White Cocoa. 16 upper trees of high purity White Cocoa were identified, coded, and georeferenced, with 100% white and pink seeds. Their productivity was determined, where, the hybrid trees with codes CCSR-109; CCNR-113; CCVR-89; CCVR-123; CMR-55 showed high productivity with 197; 182; 171; 143 and 126 fruits·tree⁻¹. The number of fruits per tree allowed to project the production for each tree under study (10500.10, 9700.60, 10773.00, 7621.90, 7938.00 g· tree⁻¹, respectively for each code). The morphological characterization shows that the tender leaves of White Cocoa present a mild absence of anthocyanins, and a long acuminate apex form with acute codiform base. Its flowers are uniform, with light green peduncle with anthocyanin on the outside of the sepal absent with reflex orientation. Its immature fruits are green and yellow in mature state that resemble national cocoas, but different from Venezuelan Creole porcelain. It has an oblong/ovoid ear with light basal constriction and have white and pink seeds on the same ear. The production of saplings (seeds) of 100% pure white cocoa will allow producers of "cacaoteros" (farmers) to standardize their production, take advantage of the market offer and improve their quality of life.

Keywords: georeferencing – morphological characterization – *Theobroma cacao* – White Cocoa

RESUMEN

El Cacao Blanco (*Theobroma cacao* L., 1753) fino de aroma, de Piura-Perú es una riqueza genética, única en su género; altamente codiciado por las principales empresas chocolateras del mundo, se encuentra en peligro de desaparición debido a su sistema de polinización cruzada. El objetivo de la presente investigación fue identificar, georreferenciar y caracterizar morfológicamente los Árboles Superiores de *T. cacao* “Cacao Blanco”, con potencial productivo y de exportación en zonas cacaoteras de Piura (Morropón y Huancabamba), para su conservación y propagación clonal *in vitro*. La identificación de los árboles se realizó con participación de propietarios de fincas de producción. Los árboles codificados se georreferenciaron con un GPS. La caracterización morfológica y el análisis de su productividad se realizó utilizando criterios básicos de selección e indicadores de producción establecidos para Cacao Blanco. Se identificó, codificó, y georreferenció 16 árboles superiores de Cacao Blanco de alta pureza, con semillas 100% blancas y rosadas. Se determinó su productividad, donde, los árboles híbridos con códigos CCSR-109; CCNR-113; CCVR-89; CCVR-123; CMR-55 mostraron alta productividad con 197; 182; 171; 143 y 126 frutos-árbol⁻¹. El número de frutos por árbol permitió proyectar la producción para cada árbol en estudio (10500,10; 9700,60; 10773,00; 7621,90; 7938,00 g-árbol⁻¹, respectivamente para cada código). La caracterización morfológica mostró que las hojas tiernas del Cacao Blanco presentan una leve ausencia de antocianinas y una forma de ápice acuminado largo con base aguda codiforme. Sus flores son uniformes, con pedúnculo verde claro con antocianina en la parte exterior del sépalo ausente con orientación reflejo. Sus frutos inmaduros son verdes y amarillos en estado maduro que asemejan a los cacaos nacionales, pero diferentes al criollo porcelana de Venezuela. Tienen una mazorca oblonga/ovoide con ligera contricción basal y presentan semillas blancas y rosadas en una misma mazorca. La producción de plantones (semillas) de cacao blanco 100% puro, permitirá a los productores cacaoteros (agricultores), uniformizar su producción, aprovechar la oferta del mercado y mejorar su calidad de vida.

Palabras claves: Cacao Blanco – caracterización morfológica – georreferenciación – *Theobroma cacao*

INTRODUCCIÓN

El Cacao (*Theobroma cacao* L., 1753), es una especie endémica de América del Sur cuyo centro de origen se encuentra localizado entre las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Napo, afluentes del río Amazonas (Chessman, 1944). El Perú, como centro de origen, ostenta una alta diversidad y variabilidad genética, entre los diferentes cultivares tradicionalmente reconocidos “Criollo” y “Forastero” (razas nativas, híbridos y clones), dispersos en las zonas productoras de la selva alta y baja de la Amazonia y Costa norte del País. Uno de estos cultivares es el Cacao Blanco fino de aroma, catalogado como especie nativa de Piura-Perú.

El Cacao Blanco fino de aroma, se conservó durante muchos años en un espacio aislado. Hoy son zonas cacaoteras (Huancabamba y Morropón)

de la región Piura, y forman parte de los sistemas de cultivos destinados al autoconsumo y de poco valor económico. Este sistema de cultivo, ha evitado el ingreso de otros cultivares o de material exógeno a las zonas de cultivo y a su vez, ha permitido la conservación de la pureza genética de este cultivar (Ganoza, 2012). Sin embargo, esta riqueza genética, siendo única en su género, de alto valor económico y codiciada por las principales empresas chocolateras del mundo, se viene perdiendo como consecuencia de la erosión genética, causada por el sistema de reproducción sexual (por semillas) y por el sistema de polinización cruzada, entre otras (MINAG, 2012). Esta situación podría llevar a la pérdida irreparable del Cacao Blanco fino de aroma, si no se desarrollan tecnologías modernas relacionadas a la identificación, caracterización, conservación en bancos de germoplasma y multiplicación clonal de semillas y/o plantas certificadas de Cacao Blanco

fino de aroma (MINAG, 2012).

El Cacao Blanco de Piura se diferencia de otros cultivares por el color blanco de sus semillas, quedando fuera de los descriptores de otras variedades y/o cultivares investigados como el Cacao Criollo de Centroamérica y Venezuela. Por otra parte, los estudios realizados a nivel molecular, con la Colección Internacional de Cacao, establecieron 10 clusters o 10 grupos genéticos, de los cuales 6 grupos genéticos corresponden a la Colección Nacional, sin embargo, el Cacao Blanco no corresponde a ninguno de estos 6 grupos genéticos (Motamayor *et al.*, 2008), pese a que sus frutos (mazorcas), contienen semillas o almendras que forman materia prima para la industria del chocolate y sus derivados; la industria farmacéutica y la industria cosmética (García, 2010).

Tradicionalmente se reconocen dos genotipos principales de *T. cacao*, el “Criollo” y “Forastero”, que se diferencian por sus características morfológicas de acuerdo al lugar de origen o de procedencia (Motamayor *et al.*, 2008). El tercer genotipo reconocido es el “Trinitario” (híbrido) - resultado del cruce entre el Criollo y Forastero (Motamayor *et al.*, 2008). Estos genotipos, dieron origen a poblaciones que forman una amplia diversidad genética tanto en estado silvestre como cultivado. Esta diversidad tiene su origen en el sistema de reproducción sexual; en el sistema genético de incompatibilidad; en el sistema de polinización cruzada, en la recombinación genética (García, 2010). Por otra parte, otros autores consideran al “Criollo” y “Trinitario” como cultivares tradicionales en lugar de grupos genéticos, debido a que, aún no existe una buena clasificación de *T. cacao* basada en resultados de análisis a nivel molecular (Motamayor *et al.*, 2002). Uno de estos cultivares es el *T. cacao* “Cacao blanco” fino de aroma, que se cultiva en las cuencas de los ríos Yapatera y Biogote de las Provincias de Huancabamba y Morropón, de la Región Piura; que a la fecha no se ha establecido aún ni su origen de su procedencia ni el grupo genético al que pertenece. Algunas investigaciones mencionan que el Cacao Blanco Piurano formaría parte de los cacaos forasteros de Alto Amazonas (García, 2010), mientras que otros lo incorporan al Complejo de Cacao Nacional (Ochoa-Herrera, 2016). Este último se sustenta en los resultados

obtenidos en el análisis genético desarrollados con los cultivares o accesiones encontradas en los campos de cultivo de San Ignacio de Cajamarca y que guardan similitud con el Cacao Blanco Piurano (Ochoa-Herrera, 2016).

La revaloración de Cacao Blanco Piurano, comienza en el 2006 con el inicio de la exportación hacia el mercado Europeo; hasta entonces era desconocido y sólo se comercializaba a nivel de mercado local y a precios muy bajos (Ganoza, 2012). El color blanco de los granos más el sabor y aroma llamó la atención de importadores de Cacao fino y en corto tiempo se ha posicionado en un segmento alto del mercado internacional. La demanda y el mejoramiento de los precios han despertado el interés de los productores por aumentar las áreas de producción y en 8 años estos se incrementaron de 300 a 1200 has aproximadamente, según los registros y documentos de gestión de la Cooperativa Norandino y el Ministerio de Agricultura. Uno de los problemas que vienen afrontando los productores del Cacao, es la falta de tecnologías modernas de propagación, que garanticen material de siembra o semillas de calidad; las nuevas áreas de cultivo de cacao blanco Piurano se vienen estableciendo con plántones procedentes de semillas no seleccionadas, menos certificadas y de procedencia desconocida que no garantizan rendimientos óptimos de productividad del árbol y la calidad del fruto.

A partir del 2008, la Cooperativa Norandino inició con el proceso de identificación de árboles superiores del Cacao Blanco Piurano, con el objetivo de conservar la pureza genética y establecer jardines o semilleros que sirvan para establecer nuevas áreas de cultivo. Se identificaron y se seleccionaron 200 árboles con características de Cacao Blanco, de los cuales sólo 43 árboles presentaron características sobresalientes en cuanto a la productividad. Sobre estos resultados establecieron criterios básicos de selección (Tabla 1) y los indicadores de producción (Tabla 2), para identificar árboles superiores de Cacao Blanco Piurano. Para el presente trabajo de investigación, de los 43 árboles superiores, sólo se tomaron 16 que presentaron semillas blancas o rosadas 100% puras, correspondientes a la zona de intervención del proyecto (Morropón y Huancabamba), Piura, Perú.

Tabla 1. Criterios básicos de selección de árboles superiores de cacao blanco Piurano.

Indicadores	Descripción
Genotipo	Cacao Blanco de Piura
Color interno de almendras y/o cotiledones.	Blanco púrpura, blanco cremoso y/o rosado
Vigor	Vigoroso
Numero de frutos por árbol	Hibrido > 60; Clonal > 35
Numero de semillas/fruto	> 38
Peso de semilla secas o índice de almendra	> 1,25 g
Índice de mazorca	< 21
Producción / árbol de cacao seco	Hibrido > 3 Kg; Clonal > 1,8 Kg
Estado sanitario	Bueno
Arquitectura	Buena

Tabla 2. Indicadores de producción de árboles superiores de cacao Blanco Piurano.

Descripción	Mínimo	Máximo
Numero de frutos·planta ⁻¹ (híbridos)	52	197
Numero de frutos·planta ⁻¹ (clon)	29	35
Numero de semillas·fruto ⁻¹	40	45
Índice de almendra (g)	1,25	2,0
Estimación de producción (Kg)	4,0	12,4
Índice de mazorca	11,1	19,7
Producción estimada (Kg)·planta ⁻¹ (hibrido)	4,7	10,8
Producción estimada (Kg)·planta ⁻¹ (clon)	1,8	2,0

La decisión de identificar, georreferenciar, seleccionar árboles puros de semilla de 100% blancas rosadas, tanto la caracterización morfológica, como la conservación en banco de germoplasma y el desarrollo de la tecnología de multiplicación clonal *in-vitro*, se sustenta en la demanda del mercado internacional. Actualmente no existe plantones de Cacao Blanco puro en el mercado nacional, el material (semilla) de Cacao que se ofertan actualmente en el mercado son cruces con alto grado de heterocigosis (40%) y solo el 60%, son de almendras blancas. La producción de plantones (semillas) de Cacao Blanco 100% puro, permitirá a los productores cacaoteros (agricultores) uniformizar su producción, aprovechar la oferta del mercado y mejorar su calidad de vida.

El Cacao de Piura ha sido reconocido como Cacao de alta calidad por especialistas de renombre en el

mundo del chocolate como Maricell Presilla, y Martin Christy (Miembros de la International Chocolate Awards 2012 Londres). Razón por la cual, la demanda por cultivar un mayor porcentaje o total de plantas de Cacao Blanco puro, fino de aroma en sus parcelas es un reto para los productores cacaoteros de Piura; considerando, que actualmente las plantaciones son una mezcla con alto grado de hibridación. Pierrick Chouard, expositor del Primer Congreso Internacional de Cacao 2008, es quien dio la alerta sobre la existencia del Cacao Blanco fino de aroma en Piura. El objetivo de la presente investigación fue identificar, georreferenciar y caracterizar morfológicamente a los árboles superiores de *T. cacao* "Cacao Blanco", con potencial productivo y de exportación en zonas cacaoteras de Piura (Morropón y Huancabamba)-Perú, para su conservación y propagación clonal *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación, selección, codificación y georreferenciación del cacao blanco

Los trabajos de identificación, selección y codificación se desarrollaron en las Fincas Productoras de Cacao, ubicadas en las cuencas de los ríos Yapatera y Bigote de las Provincias de Morropón y Huancabamba de la Región Piura-

Perú y con el apoyo de los interesados (dueños de parcelas y/o fincas). La georreferenciación de los Árboles Superiores del Cacao Blanco se realizó mediante un receptor de GPS marca “Garmin Montana 600” (Tabla 3) Los Árboles georreferenciados fueron debidamente codificados de acuerdo a la nomenclatura de códigos o sistema de codificación diseñado para este propósito (Figura 1).

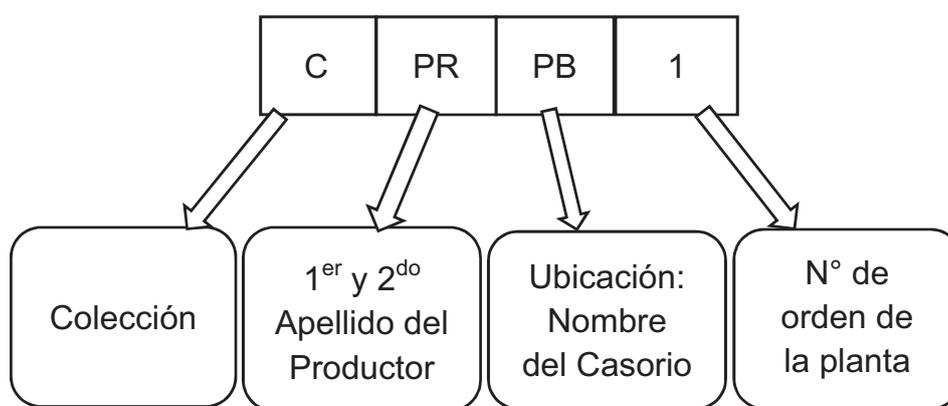


Figura 1. Nomenclatura de códigos o sistema de codificación de cacao blanco (Diseño de E. Espinoza).

Caracterización morfológica del Cacao Blanco Piurano

La caracterización morfológica del Cacao Blanco Piurano, se llevó a cabo con muestras tomadas de plantas previamente identificadas, codificadas y georreferenciadas en fincas ubicadas en los distritos San Juan de Bigote, Buenos Aires, Chulucanas y Canchaque de las Provincias Huancabamba y Morropón (Tabla 4). Los descriptores utilizados en este trabajo fueron establecidos por Noranadino, tomando como referencia los manuales de descriptores de los Cacaos en el Perú (García, 2010; MINAG, 2012) y de los Cacaos de Venezuela (Quintero *et al.*, 2010). Este descriptor recogió información cualitativa y cuantitativa de los 16 cultivares identificados y seleccionados a nivel de hojas, flores y frutos, propios del Cacao Blanco Piurano; además, se

incorporó información sobre la producción por árbol y producción proyectada/ha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación Selección, codificación y georreferenciación

Los Árboles Superiores del Cacao Blanco piurano se encuentran en las parcelas de los agricultores, quienes de generación en generación cultivan, muchos sin conocer la variedad al cual pertenece y sin tener en cuenta el alto valor que tiene esta especie. Por esta razón, los investigadores de la Cooperativa Norandino realizaron dos recorridos por las zonas cacaoteras de Piura e identificaron 200 árboles en el primero y 43 árboles en el segundo.

Tabla 3. Identificación, codificación y georreferenciación de árboles superiores de cacao blanco de la Región Piura, Perú.

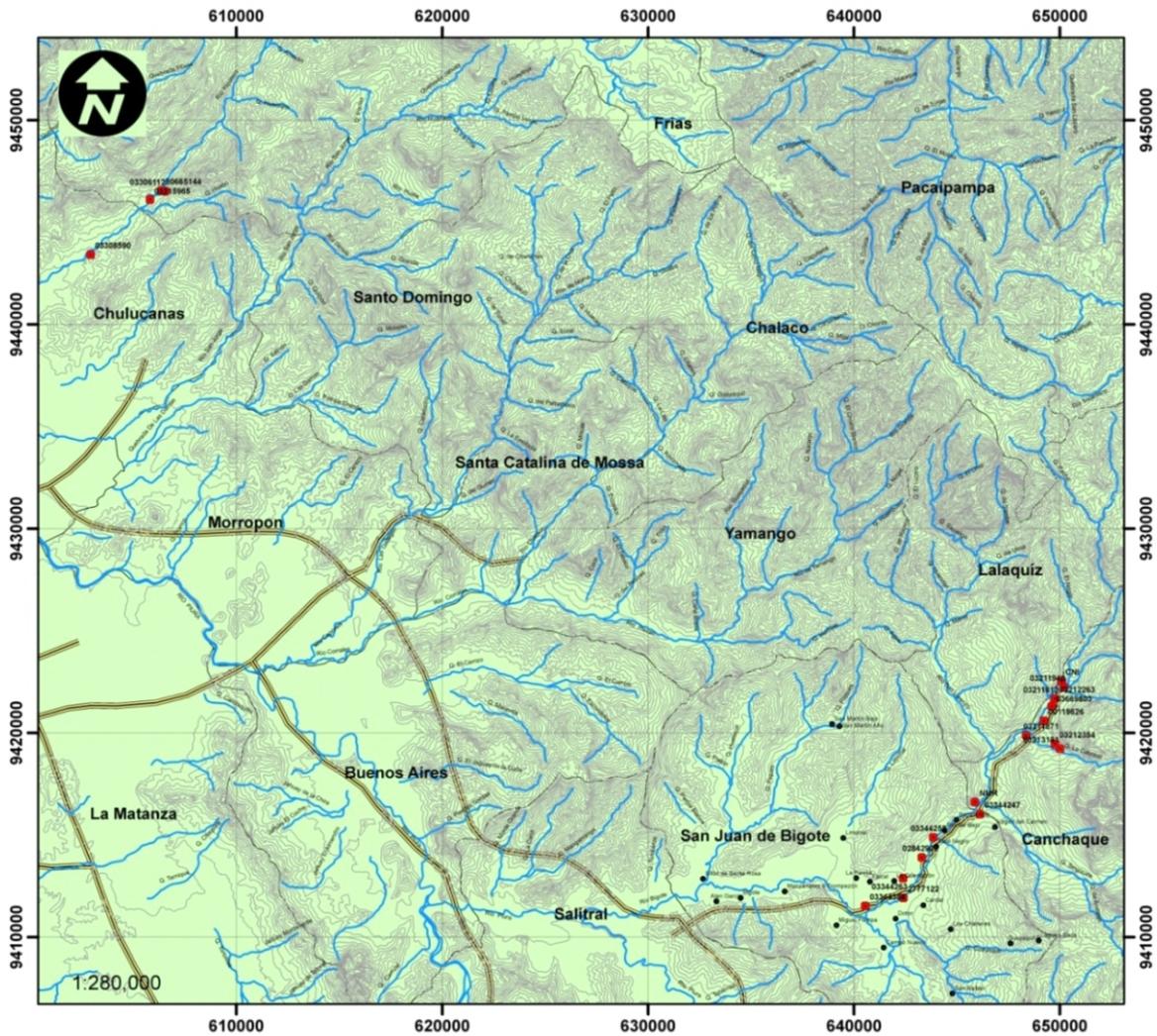
N°	Lugar	Código	Ubicación de la parcela (Finca)		
			Longitud	Latitud	Altitud
Plantas Francas o Híbridas					
1	Ranchos	CCNR-113	17M0650079	9422530	690
2	Ranchos	CVGR-50	17M0649760	9419428	696
3	Ranchos	CGRR-55	17M0649262	9420537	680
4	Ranchos	CCSR-109	17M0650178	9422238	692
5	Ranchos	CCVR-38	17M0649686	9421662	657
6	Ranchos	CCVR-89	17M0649692	9421665	653
7	Ranchos	CCGR-75	17M0659555	9421364	673
8	Ranchos	CCVR-91	17M0649686	9421664	652
9	Ranchos	CCVR-123	17M0649686	9421666	651
10	Ranchos	CMR-123	17M0649434	9419645	671
11	Ranchos	CMR-57	17M0649388	9419619	656
12	Quemazón	CEEQ-01	17M0642435	9411926	256
Plantas recuperadas por Injerto					
13	Quemazón	CBA-01	17M0642513	9411952	256
14	Ranchos	CCVR-100	17M0649675	9421667	650
15	Ranchos	CMR-58	17M0642435	9411926	256
16	Ranchos	CEEQ-02	17M0642514	9411952	256

En la presente investigación, los 43 árboles seleccionados por Norandino como árboles superiores, fueron evaluados de acuerdo a parámetros establecidos y se identificaron 16 árboles sobresalientes con almendras y/o semillas 100% blancas o violetas, que caracterizan y diferencian al Cacao Blanco fino de aroma de Piura de otros cultivares que se siembran y/o producen en otras regiones del Perú (Tabla 3). Los resultados muestran, que el 87,5 % de los árboles superiores se encuentran en las fincas o parcelas de producción situados en el caserío los ranchos (Canchaque) de la provincia de Huancabamba en forma de árboles híbridos y sólo el 12,5 % se encuentran en las parcelas o fincas de producción del caserío La Quemazón de la provincia de Morropón con semillas 100% blancas y violetas como el Código CEEQ que pertenece al grupo de árboles híbridos. Es importante mencionar que el árbol clonal con código CBA es un clon recuperado en el Caserío de Buenos Aires. La planta madre de este clon ha sido extinguida del campo de cultivo, (comunicación personal de Eduardo Espinoza), quien posee un jardín clonal en La Quemazón. En las fincas y/o parcelas donde se encuentran las plantaciones del

Cacao Blanco, no se encontró plantas francas; esto quiere decir que fueron extinguidas por cruzamiento natural o sustituidos por baja productividad o eliminados por desconocimiento (información personal de los agricultores), quedando sólo las plantas híbridas y las obtenidas por injerto. Las parcelas y/o fincas donde se encuentran estos árboles se encuentran ubicadas en longitud entre 17M0642513 - 17M0649388, latitud entre 9411926 - 9421666 y entre la altitud 251 y 696 msnm. Entre estas coordenadas la temperatura oscila entre 24–28°C, con lluvias torrenciales propio del clima tropical, parámetros favorables para el normal desarrollo del Cacao Blanco fino de aroma en la Región Piura, Perú. A continuación, se estableció un mapa de ubicación de las parcelas y/o fincas de cultivo de Cacao Blanco en la Carta Nacional IGN (fig. 2).

Por otra parte, los 16 árboles superiores del Cacao Blanco identificados, fueron evaluados por el número de frutos (mazorcas) por árbol, número de semillas por fruto, peso seco de las semillas o almendras al 7% de humedad, índice de mazorca, producción proyectada por árbol y color de las

MAPA DE UBICACIÓN DE FINCAS DE CACAO EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA Y MORROPÓN



<p>Leyenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centro poblado • Fincas de cacao □ ≈ Hidrografía ríos ⤵ Curva vial ≡ Caminos ■ Distritos 		
	<p>PROYECTO: Establecimiento de un banco de germoplasma y micropropagación clonal <i>in vitro</i> de líneas puras de <i>Theobroma cacao</i> L. Var. Criollo, cacao blanco con potencial productivo y de exportación de la Región Piura.</p>	
<p>Mapa de ubicación de fincas de cacao blanco</p>		<p>Región: Piura Provincias: Morropón y Huancabamba</p>
<p>Fuente: Carta Nacional IGN datos de campo</p>	<p>Datum: WGN 1984 Escala: 1,280,000</p>	<p>Elaborado: Coop. Norandino y URP Fecha: 29/05/2014</p>

Figura 2. Mapa de Ubicación de fincas de cacao blanco en la zona de intervención.

semillas (Tabla 4). La tabla 4 muestra, que la productividad de los árboles híbridos del cacao blanco oscilan entre 52 y 197 frutos·árbol⁻¹, cada fruto contiene entre 40 – 45 semillas y el peso seco de estas semillas y/o almendras se encuentra entre 1,30 – a 2,0 g. Con estos datos se estimó la producción proyectada por árbol. Entre los cultivares, las plantas y/o árboles con los códigos CCSR-109 tiene una alta productividad, fruto con alto número de semillas y una alta producción proyectada, seguida por la plantas con código CCNR-113, CCVR-89 CCVR-123, y CMR-55.

Una de las características principales del Cacao Blanco Piurano es su alta productividad y el color de las semillas 100% blancas o rosadas tal como muestra la planta con código CEEQ-100 que tiene semillas violetas/blanco.

Por otra parte, en algunas parcelas o fincas se encontraron árboles recuperados por injerto, conocida por los agricultores como plantas clonales, es decir plantas clonadas que mantienen características propias de la planta madre del cual procede, de poca productividad. Sin embargo, tienen semillas 100% blancas y finas de aroma, que se encuentra en estado de desaparición. Urge entonces su conservación *in-situ* e *in vitro* en bancos de germoplasma o en jardines clonales, tanto para el estudio de mejoramiento genético como para la producción del Cacao Blanco fino de aroma, altamente codiciado por las grandes empresas chocolateras del mundo.

Trabajos similares con el Cacao Blanco aún no se han desarrollado. Este es uno de los primeros trabajos relacionados a su identificación, selección, codificación y georreferenciación. Actualmente los agricultores, reconocen y valoran las bondades de sus plantaciones y se encuentran muy interesados en conservar y reproducir clonalmente plantas de alta productividad, que les garanticen poder abastecer con producto de alta selección y calidad al mercado nacional e internacional (Estados Unidos de Norteamérica, Holanda, Francia, Alemania, etc.). Asimismo hay interés en el desarrollo de estudios de mejoramiento genético, como la resistencia a las enfermedades como la Moniliasis (Escoba de bruja), que merman la producción y su ingreso económico.

Caracterización Morfológica

El Cacao de Piura-Perú se caracteriza por presentar semillas de color blanco y violeta, similar a los Cacaos de Centroamérica y Venezuela denominados Cacao “Criollo”; sin embargo, según la nueva clasificación hecha por Motamayor *et al.* (2008), no corresponderían al mismo genotipo, debido a que la forma de la mazorca de los cacaos criollos es diferente a los cultivares de Piura, cuya morfología del fruto más se asemeja a los cacaos del Complejo Nacional y/o Amazónicos. Los trabajos más cercanos para la identificación genética fueron hechos en EEUU por encargo de la empresa SGM Perú, presentados en el Salón de Chocolate Brian Horley (Ochoa-Herrera, 2016). Estos análisis los desarrollaron sobre cultivares encontrados en la Provincia de San Ignacio, Región Cajamarca de donde probablemente descienden los Cacaos de Piura. En los resultados encontraron que genéticamente estos cultivares están en el grupo de los Cacaos del Complejo Nacional, considerado como cacao Puro Nacional. Según la hipótesis de García (2010), el Cacao de Piura forma parte del grupo de los Cacaos del Alto Amazonas, pero no pertenece a ninguno de los 10 grupos genéticos en especial.

El Cacao es un cultivo de alta variabilidad genética debido a su sistema de reproducción que se basa en la polinización cruzada que aumenta el nivel de heterocigosis y segregación. García (2010), catalogó los cultivares del Perú, en Piura, donde el ingreso de materiales genéticos exógenos han sido restringidos. Las plantaciones son más homogéneas y las características fenotípicas presentan menor variabilidad, esto se puede notar en los frutos, flores y hojas. García (2010), en un estudio de aproximación sobre el origen del Cacao de Piura, sostiene la hipótesis de que las semillas introducidas a la región probablemente, fueron de un mismo cultivar; sustenta esto en la homogeneidad de las características de la plantación y en la concentración de semillas blancas que no se encuentran en los lugares de origen.

Como podemos observar, en las figuras 3 y 4, las hojas tiernas del Cacao de Piura se caracterizan por la presencia leve o ausencia de antocianina. Se ha notado que mientras más blancas son las semillas, más verde claro son las hojas, conforme se encuentran rasgos de antocianina en las semillas

Tabla 4. Evaluación de árboles superiores del cacao blanco fino de aroma de Piura.

N°	Código del árbol	N° de frutos por árbol	N° Semillas por fruto (g)	Peso seco de semilla (g)	Índice de mazorca	Producción proyectada por árbol (Kg)	Color de la semilla	Observación
1	CCNR-113	182	41	1,30	18,76	9700,60	100% Blanco	Hibrido
2	CVGR-50	117	40	1,30	19,23	6084,00	100% Blanco	Hibrido
3	CGRR-55	117	40	1,28	19,53	5990,40	100% Blanco	Hibrido
4	CCSR-109	197	41	1,30	18,76	10500,10	100% Blanco	Hibrido
5	CCVR-38	96	44	1,50	15,15	6336,00	100% Blanco	Hibrido
6	CCVR-89	171	45	1,40	15,87	10773,00	100% Blanco	Hibrido
7	CCGR-75	85	40	1,35	18,52	4590,00	100% Blanco	Hibrido
8	CCVR-91	113	45	1,25	17,78	6356,25	100% Blanco	Hibrido
9	CCVR-123	143	41	1,30	18,76	7621,90	100% Blanco	Hibrido
10	CMR-123	119	40	1,35	18,52	6426,00	100% Blanco	Hibrido
11	CMR-55	126	45	1,40	15,87	7938,00	100% Blanco	Hibrido
12	CEEQ-100	52	45	2,00	11,11	4680,00	Violeta/Blanco	Hibrido
13	CBA-01	35	40	1,30	19,23	1820,00	100% Blanco	Clonal
14	CCVR-100	33	41	1,31	18,62	1772,43	100% Blanco	Clonal
15	CCMR-58	32	42	1,48	16,09	1989,12	100% Blanco	Clonal
16	CEER-02	29	42	1,50	15,87	1827,00	100% Blanco	Clonal

Índice de Mazorca: Número de mazorcas para obtener un kilogramo (Kg) de cacao seco. Peso seco de la semilla a: 7% de humedad.

también se pueden notar en las hojas tiernas, sin llegar a ser intensa como sucede en los Cacaos Trinitarios que sí presentan alto contenido de antocianina en frutos, semillas y brotes tiernos. Otras características de las hojas del Cacao Blanco

son: forma de ápice – acuminado largo y agudo con limbo ovoide/ovado con base aguda codiforme, peciolo con pulvínulo y textura de la hoja Cartacea/careacea.



Figura 3. Hojas tiernas, con ausencia de antocianina. **Figura 4.** Forma de ápice acuminado largo, agudo con limbo ovoide.

Las flores del cacao blanco son uniformes, con pedúnculo pétalos verde claros con ausencia de antocianina. El pedúnculo se torna más oscuro cuando las semillas se tornan violetas (Fig. 5 y 6), sin llegar a ser intenso como en los Cacaos Trinitarios. La flor del Cacao es hermafrodita, su polinización es entomófila (Batista, 2009), las plantas pueden ser incompatibles, autocompatibles e intercompatibles (Somarriba *et al.*, 2010), el ovario contiene entre 20 y 60 óvulos los mismos que al recibir el polen puede dar origen a individuos iguales o diferentes. La segregación y

recombinación genética son los responsables de la alta variabilidad en el cacao (García, 2010). En el cacao de Piura esta característica se hace más visible cuando se encuentran en un mismo fruto, semillas blancas, violetas y otras solo rosadas con diferente intensidad. Las características propias de la estructura floral del cacao blanco son: color del pedúnculo verde, antocianina en la parte exterior del sépalo ausente con orientación reflejo, antocianinas en el estaminodio presente y ausente en la lígula del pétalo, en la parte superior del ovario y en la mitad inferior del estilo.



Figura 5. Flor mostrando pedúnculo verde. **Figura 6.** Presencia de antocianina en estaminodio.

La forma de frutos es una de las características principales de diferenciación entre los cultivares de Cacao. Desde su descubrimiento, el Cacao de Piura ha sido comparado con los Cacaos Criollos de Venezuela, incluso se ha denominado Cacao “Porcelana” (García, 2010), por el color blanco de la semillas, sin embargo, las características morfológicas de los frutos difieren de estos; los cultivares Criollo de Venezuela: Porcelana, Merideño, Chuao Guasare, presentan semillas blancas y rosadas (García, 2010), que también se pueden encontrar en los Cacaos de Piura, pero las mazorcas del Cacao Criollo de Venezuela no presentan constricción basal, sino surcos superficiales y terminan en punta delgada en forma de gancho (Porcelana) y ápice atenuado en el Chuao y Merideño y el color de la mazorca es roja; el Guasare es verde rugoso con ápice atenuado y de semillas blancas; mientras que el Cacao Blanco de

Piura es de frutos verdes en estado inmaduro y amarillo en estado de madurez; la forma de la mazorca es oblonga u ovoide con ausencia de rugosidad con surcos superficiales y equidistantes; la forma del ápice es atenuado u apezonado (Figuras 7 y 8), se asemeja a los cacaos nacionales principalmente a los cultivares del Ecuador (AGROCALIDAD, 2017). Además de estas características, el Cacao Blanco fino de aroma tiene como características: forma de mazorca oblonga/ovoide con contricción basal ligera intermedia, con forma de ápice obtuso apezonado, disposición de un par de lomos equidistantes/pareados, separación de un par de lomos intermedia, profundidad de los surcos primarios superficial/intermedio, consistencia de la mazorca blando/intermedia y rugosidad del fruto ligero/intermedio.



Figura 7. Forma de mazorca oblonga.



Figura 8. Surcos superficiales y equidistantes, características propias del Cacao Blanco.

Las semillas o las almendras también son descriptores importantes en la caracterización de los diferentes genotipos y cultivares del Cacao en general. Los Cacaos Blancos puros de Piura presentan semillas blancas-rosadas (Fig. 9 y 10) que los hacen parecidos a los cultivares Criollos de Venezuela sin embargo, en los Cacaos de Venezuela no es muy frecuente encontrar semillas blancas y violetas en un mismo fruto. La presencia

de semillas blancas y violetas en una misma mazorca es producto de la hibridación natural lo que da lugar a nuevos individuos por segregación y/o recombinación. A demás, las semillas del Cacao Blanco Piurano presentan particularidades tales como: color del cotiledón es blanco, cremoso, rosáceo; forma de semilla en sección longitudinal es elíptica y en sección transversal es aplanada y redondeada.



Figura 9. Mostrando almendras blancas.



Figura 10. Almendras, rosadas y/o violetas y blanca en una misma mazorca producto de la hibridación natural.

El Cacao de Piura ha sido considerado como un cacao de baja productividad, sin embargo, en la presente investigación se ha encontrado Árboles Superiores con un buen potencial productivo con índice de mazorca inferior a 20, índice de almendras superior a 1,25 g y con un buen número

de mazorcas por árbol mayor a 60 mazorcas·árbol⁻¹. Esto indica, que bajo condiciones óptimas de manejo se pueden obtener producciones altas, similares a los clones internacionales (comerciales). Se establece como indicadores del Cacao Blanco los descriptores tales como el

número de frutos/planta (híbridas) mínimo 52 y máximo 197, y para una planta clonada mínimo 29 y máximo 35 frutos. Número de semillas o almendras por fruto o mazorca mínimo 40 y máximo 45 semillas. Índice de almendra mínimo 1,25 y máximo 2,0 g por almendra. Estimación de producción mínimo 4 y máximo 12,4 kg. Índice de mazorca mínimo 11,1 y máximo 19,7. También se establece la producción estimada para plantas híbridas mínimo 4,7 y máximo 10,8 Kg por planta y, para la planta obtenida por “injerto y/o clonación” mínimo 1,8 y máximo 2,0 kg por planta.

Entre las 43 plantas seleccionadas por la Cooperativa Norandino se identificó y codificó 16 Árboles Superiores y/o Elite de Cacao Blanco de alta pureza, con semillas 100% blancas o rosadas (características que los diferencian de otros cultivares), en las fincas y/o parcelas de producción situados en los caseríos “Los Ranchos” y “La Quemazón de las provincias de Huancabamba y Morropón respectivamente y, se estableció mapa de ubicación cada uno de ellos mediante georreferenciación.

AGRADECIMIENTO

A Innóvate Perú por el financiamiento del proyecto: “Establecimiento de un Banco de Germoplasma y Micropropagación Clonal in vitro de líneas puras de *Theobroma cacao* L. Var. Criollo “Cacao Blanco”, con potencial productivo y de exportación de la Región Piura (Provincias: Morropón y Huancabamba), Perú.”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCALIDAD (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad del Agro). 2017. *Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas para Cacao*. Agrocalidad. Ecuador. 96 p.
- Batista, L. 2009. *Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF. 250 pp.
- Chessman, E. 1944. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cacao populations. *Tropical Agriculture*, 21:144-159.
- Ganoza, R. 2012. *Manual del cultivo de cacao blanco de Piura. Mesa Técnica Regional de Cacao de Piura*. Dirección Regional Agraria Piura. Athenea, comunicación y cultura. Piura. 58 p.
- García, C.L.F. 2010. *Catálogo de cultivares de cacao en el Perú*. Ministerio de Agricultura. Q & P Impresores S.R.L. Lima. 111 p.
- MINAG (Ministerio de agricultura). 2012. *Manual de manejo técnico del cultivo de cacao blanco de Piura*. Centro de Documentación Agraria-CENDOC. Lima. 70 p.
- Motamayor, J.; Restiruscci, A.; Lopez, P.; Ortis, C. & Moreno, A. 2002. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity*, 89: 380-386.
- Motamayor, J.; Lachenaud, P.H.; da Silva e Mota, J.; Lood, R.; Kuhn, D.; Brown, J.S. & Schnell, R.J. 2008. Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L). *PLoS ONE*, 3: e3311.
- Ochoa-Herrera, G. 2016. *Condiciones y perspectivas para el desarrollo del sistema sectorial de innovación del cacao en el Perú*. Tesis para optar el grado de Magíster en Gestión y Política de la Innovación y la Tecnología. Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado. Lima, Perú. 113 p.
- Quintero, R., Maria, L.; García, L. & Ligia, N. 2010. La producción de cacao en Venezuela: Hacia una nueva ruralidad Actualidad Contable FACES, 13: 114-123.
- Somarriba, C. E.; Cerda B.R.; Astorga, D.C.; Quesada, C.F. & Vásquez, M.N. 2010. *Reproducción sexual del cacao*. 1ª ed-Turrialba, C.R.: CATIE. 48 p. – (Serie técnica. Materiales de extensión/CATIE; no. 1).

Received October 2, 2017.
Accepted December 26, 2017.