



Lima, Peru, 13-17 noviembre 2017

**CHARACTERIZATION BIOSYSTEMS AND REPRODUCTIVE BIOLOGY OF
Theobroma cacao L. IN PUYANGO TUMBES BINATIONAL BASIN**

B. C. GARCIA & F. E. ALCOCER. Facultad de Ciencias Agrarias/Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes - Perú, e-mail: bgarciac@untumbes.edu.pe falcocert@untumbes.edu.pe

RESUMEN

Cocoa cultivation *Theobroma cacao* L. is currently gaining importance due to its good quality and high fat content, characteristics that favor the demand in the national and international market; however this interest is limited in Tumbes Region as in other productive regions of our country, because the variety of plantations is not defined, these are often crossed by pollination. For this reason, the biosystematic characterization and reproductive biology of cacao genetic material, adapted to ecological niches of the Tumbes Region, was carried out. Twenty minimal morphological characters (between qualitative and quantitative) were evaluated in flowers, fruits and almonds from 05 cocoa samples, using the descriptors of the Tropical Agronomic Research and Teaching Center (CATIE); It was determined that the intensity of pigmentation of the sepals, length of style, width / length of ear, depth of furrow, constitute the morphological characters of greater importance for the determination of the ecotypes under study. The samples of almonds under study, were treated, considering heading 1801 (cocoa beans, whole or split, raw or roasted). With regard to reproductive biology, it was determined that *T. cacao* presents a mechanism of natural cross-pollination (alogamia), confirming that when sexually reproduced occurs segregation and genetic recombination; It is determined that in the Tumbes Region, there are traditional varieties, whose populations are heterogeneous, coming from: Trinitarios x Nacional, which despite being called "criollas", have been introduced from Ecuador. It is recommended to carry out pre-breeding activities (collection, characterization, evaluation, multiplication / regeneration, conservation) and effective methods of participatory genetic improvement.

Palabras clave: Biosystematic characterization, descriptors, reproductive biology

INTRODUCCIÓN

Es concebido, que el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L. actualmente viene adquiriendo mucha importancia debido a su buena calidad y alto contenido de grasa, características que favorecen la demanda en el mercado nacional e internacional, la producción se concentra en los países tropicales y en desarrollo (Motamayor, 2002).

Perú, uno de los principales centros de origen del cacao, ostenta una alta diversidad y variabilidad genética verificable en las diferentes poblaciones, razas nativas o ecotipos de cacao que se puede encontrar en todas las zonas cacaoteras; está clasificado, según el Convenio Internacional del Cacao 2010 por The International Cocoa Organization - ICCO, como el segundo país productor y exportador de cacao fino, después de Ecuador. Tumbes, particularmente, desde al año 2005 se ha convertido en una Región con excepcionales características para la producción de cacao orgánico de aroma con fines de exportación.

Es comúnmente aceptado que el éxito futuro y la sostenibilidad de la actividad cacaotera depende en gran medida de la capacidad de generar nuevas variedades, al respecto, muy pocos

avances se han logrado globalmente en esa dirección; hasta hace poco, sólo el 30% del cacao producido en el mundo provenía de variedades mejoradas y menos del 1% de los mejores clones se había originado en los 20 años precedentes.

Esto es sorprendente, considerando la amplia diversidad genética del cacao en Latinoamérica, la cual fue colectada en forma intensa en los años 30 y conservada en colecciones que no han sido sistemáticamente aprovechadas, CATIE (2012); una consecuencia inmediata de la estrecha base genética que poseen las variedades comerciales es su gran vulnerabilidad a las enfermedades devastadoras como escoba de bruja y moniliasis.

En efecto, el lento progreso en la generación de nuevas variedades en las diversas áreas productoras del mundo se atribuye al igual que en otros cultivos perennes, a que el mejoramiento genético del cacao es muy lento, un solo ciclo de selección dura más de una década y muchas veces es necesario completar dos o más ciclos antes de poder liberar una nueva variedad, se ha estimado que el desarrollo de una nueva variedad requiere de 10 a 20 años de investigación genética.

En Perú, existe carencia de información especializada y documentada de la densidad y potencialidad del acervo varietal existente, que se manifiesta por su origen o procedencia y los procesos dispersivos coadyuvantes; de manera particular en la Región Tumbes, no se tiene definida la variedad de las plantaciones, por ello es difícil la obtención de clones genéticos.

En esta prospectiva, nos hemos planteado efectuar la caracterización biosistemática y biología reproductiva de material genético de cacao, adaptado a nichos ecológicos de la Región Tumbes.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

La Cuenca Binacional Puyango - Tumbes está integrada por los territorios limítrofes del departamento de Tumbes en el noroeste de Perú y las provincias de Loja, El Oro, del sureste de Ecuador, abarca una superficie de 4 800 km², de las cuales 2 880 km² (60%) se encuentra en territorio ecuatoriano y 1829 km² (40%) se encuentra en territorio peruano.

Es importante indicar que el estudio se realizó en la parte peruana de la Cuenca, específicamente en la Provincia de Zarumilla, donde se encuentra la mayor producción de cacao de la Región Tumbes.

En efecto, en la Región Tumbes existen un total de 765 hectáreas de cacao criollo, de las cuales 664.00 hectáreas son de cacao convencional y 101.00 hectáreas de cacao orgánico, distribuidas a nivel provincial: superficie instalada en Tumbes 424.has, Zarumilla 333 has. y 9hHas en Contralmirante Villar.

La Asociación Regional de Productores de Cacao Tumbes - ARPROCAT, es la organización más representativa, organizada en seis Comités: en los sectores de Casa Blanqueada, Pampas de Hospital, (Tumbes) Cuchareta, La Palma, Uña de Gato y Papayal (Zarumilla), conformada por 325 productores con una superficie de 580 Has.



Fig. 01 Ubicación geográfica del estudio, provincia de Zarumilla, Tumbes – Perú

Zona de estudio

Se desarrolló en el Centro Poblado Uña de Gato, distrito Papayal, provincia Zarumilla, Región Tumbes.

Ubicación geográfica:

En la región noroccidental de Perú, frontera con la República de Ecuador.

Coordenadas:

La provincia de Zarumilla, está ubicada entre las coordenadas geográficas 3°34'17"S y 80°14'04"O.

Población:

El distrito de Papayal, tiene una población 4 965 habitantes, de los cuales 47,65% son mujeres y 52,35% hombres. En cuanto a desarrollo socio-económico, ocupa el puesto 844 de los 1833 distritos - Perú; y el 9º lugar de los 13 distritos de la Región Tumbes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal estudiado fue colectado en los núcleos productivos de cacao de la provincia de Zarumilla (Centro Poblado Uña de Gato, distrito de Papayal, provincia de Zarumilla), considerando la diversidad genética de cacao nativo, adaptado a nichos ecológicos específicos de la Región Tumbes.

Se evaluaron 10 caracteres morfológicos mínimos (entre cualitativos y cuantitativos) en flores, frutos y almendras de 05 clones de cacao, utilizando los descriptores del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE.

La Fase de Campo se desarrolló en los núcleos productivos del Centro Poblado Uña de Gato, y la Fase de Gabinete y Laboratorio en el Centro de Investigación y Extensión Agrícola Los Cedros, de la Universidad Nacional de Tumbes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se puede apreciar, los caracteres morfológicos de naturaleza cualitativa, por ser muy discriminativos y altamente heredables, ayudaron a identificar y diferenciar objetivamente los cultivares de cacao con un alto grado de confianza (Engels, 1981;García, 2007).

En cuanto a los caracteres cualitativos de la población en estudio, se pudo observar, mazorcas con distintos colores (rojos, morados, verdes y verdes pigmentados), ocupando una población de 75% del área cultivada, se trata de plantaciones antiguas, algunas superan los 20 años, se trabajó con plantaciones en promedio de más de 10 años de edad ,las mismas que fueron sembradas por semilla botánica.

Por similitud se determinó que se trata de plantaciones “criollas”, la mayoría presenta estaminoides rosados, de superficie rugosa y surcos profundos, almendras de color blanco o crema, alto contenido de grasa, sin astringencia y con bastante aroma,(Arguello et al, 2000).

Se observó algunos clones mejorados introducidos principalmente del Ecuador.

Análisis individual de los 05 clones

Para los 05 ecotipos, se ha tratado las muestras correspondientes a la partida 1801, cacao en grano, entero o partido, crudo o tostado.



Fig 02. Clones C101, C102, C103, C104 y C105

En los cuadros 01 y 02 se resumen las características morfológicas de los clones en estudio, dentro de las características más distintivos está la constricción basal; la mayoría de las accesiones evaluadas poseen el ápice de forma obtusa y atenuada, la constricción basal y rugosidad del mesocarpo suave e intermedia, el número de almendras oscila entre 37 a 51. La relación longitud/diámetro - L/D, es en promedio 0.69 , el peso fresco oscila entre 95 y 130 g, mientras que el peso seco está entre los 45 a 52 g.

Clon	ápice	Constricción basal	Rugosidad mesocarpo
C101	Atenuado	Fuerte	Fuerte
C102	Agudo	Ausente	Suave
C103	Obtuso	Suave	Suave
C104	Caudado	Intermedia	Intermedia
C105	obtuso	suave	ausente

Cuadro 01. Caracterización morfológica externa del fruto

Clon	Nº almendras	L/D	peso fresco	peso seco
C101	45	24/29	130	52
C102	41	18/27	95	50
C103	48	19/28	100	46
C104	51	22/39	110	48
C105	37	17/24	98	45

Cuadro 02 . Caracterización de las almendras y relación L/D

En cuanto al análisis de resultados para almendra seca, indican que las muestras en estudio presentan buenas características, el sabor es medianamente amargo y aroma agradable, tiene un buen perfil de sabor, las muestras resultaron con calidad muy buena, cabe indicar que el proceso fermentación fue de 4 días, considerando el fuerte sol de la Región Tumbes, con el cual se complementó el secado, (Fig 3, 4 y 5)

En las almendras, también se observó variación en tamaño y forma de las misma, por estas características se puede deducir que las poblaciones de cacao de estos 2 sectores representan variedades híbridas segregantes en la que han intervenido progenitores Trinitarios (debido a que el color rojo, si bien no es de exclusividad del cacao tipo Trinitario, pero la presencia de color rojo en las progenies segregantes, es una indicación de la participación de clones Trinitarios rojos con progenitores Forasteros y/o con progenitores de clones Nacional del Ecuador.



Fig.03, 04, 05 Peso seco Clones C103, C104 y C105

En la muestra de frutos colectados en los sectores en estudio del Centro Poblado Uña de Gato, no se aprecia variabilidad dentro y entre sectores, en términos de tamaño, forma y color del fruto, grado de rugosidad, y profundidad de los surcos.

Biología reproductiva

Para el caso específico de cultivos tropicales, como el cacao, se ha podido observar en la zona en estudio, la biología floral y por ende la biología reproductiva depende en gran medida de los polinizadores, pues el 90% de las cosechas de cacao, de alto rendimiento, depende de que la polinización se realice adecuadamente (FAO 2008). Esta polinización es básicamente entomófila, ya que el tamaño, la disposición de las estructuras florales, la incompatibilidad en plantas de cacao y un polen pegajoso no facilitan la polinización a través de otros agentes naturales como el viento. (Aranzazu, 2008).

El tipo de reproducción en la zona en estudio es la sexual, proveniente de plántulas cultivadas previamente en vivero, el tipo de polinización es cruzada natural (alogamia), a partir de allí ocurre la segregación y recombinación genética; en ocasiones las plantaciones presentan diferente grado de incompatibilidad, resultando individuos muy variables o heterogéneos.



Fig 06, 07. Biología Floral en *T. cacao*

Se pudo apreciar en las zona en estudio, otros factores que se pueden considerar que influyen en la pérdida de la calidad de las flores de cacao, así mismo como una disminución de su fertilidad: la deficiencia nutricional, la sequía del suelo, la presencia de la flora adventicia y la aplicación de productos para el control de problemas fitosanitarios en la época de floración (Boussard 1981).

Finalmente en las figuras 08 y 09, sobre fenología floral, se puede apreciar flores polinizadas de los cultivares C101 y C102, al observarse en el microscopio, se pudo contar entre 20 y de 25 granos de polen viables en el estigma. Esta aptitud, a través de la biología floral permite determinar plantas promisorias que sirvan para iniciar planes de mejora genética que conlleven a la obtención de variedades élite de superior productividad y calidad.



Fig. 08, 09 Fenología floral de *T. cacao*, Clones C101 y C102

CONCLUSIONES

- *T. cacao*, posee un diferente grado de incompatibilidad, resultando poblaciones muy variables o heterogéneas.
- En la Región Tumbes, Tumbes, existen variedades tradicionales híbridas, cuyas poblaciones son heterogéneas y cuyo origen provendría de cruces: Trinitarios x Nacional, que a pesar de denominarse “criollas”, éstos han sido introducidos del Ecuador.
- No existe disponibilidad de material genético de alta calidad para la rehabilitación y renovación de plantaciones cacaoteras.
- Una de las características distintivas de los clones lo constituye la constricción basal.
- En Tumbes, al igual que otras regiones productoras del país, no se tiene definida la variedad de las plantaciones, pues suelen cruzarse por polinización.
- Se abordó el tópico de la nomenclatura varietal tradicional y la influencia de la variedad en los atributos de la calidad.
- Con respecto a la biología reproductiva, se determinó que *T. cacao* presenta un mecanismo de polinización cruzada natural (alogamia), al reproducirse sexualmente (ocurre segregación y recombinación genética).

RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones exhaustivas para la industrialización del grano de cacao.
- Identificar, caracterizar, zonificar y/o generar material genético sobresaliente (por calidad organoléptica, resistencia a plagas y enfermedades, alta productividad, adaptación a diferentes ambientes y cambio climático).
Efectuar actividades de pre-mejoramiento (colección, caracterización, evaluación, multiplicación/regeneración, conservación) y eficaces métodos de mejoramiento genético participativo.
- Instalación de un Jardín Clonal Binacional de cacao, propiciando la recuperación y, conservación de material genético.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranzazu, H. F.; Martínez, G. N. y Rincon, D. G.** 2008. Autocompatibilidad e intercompatibilidad Sexual de Materiales de Cacao. Modelos para el empleo de los materiales de cacao más usados en Colombia utilizando los mejores porcentajes de intercompatibilidad. Bucaramanga, Colombia. 24 p.
- Arguello, O; Mejía L; Palencia C.** 2000. Origen y descripción botánica. In Tecnología para el mejoramiento de sistemas de producción de cacao, Corpoica, Bucaramanga, Colombia. p 10 - 12.
- Boussard, B.** 1981. Etude Bibliographique: Pollinisation Arbres fruitiers et cacaoyers. Café Cacao Thé. 25 (4):297-302.
- Bernal, M. y Correa J.** 1988. Especies vegetales promisorias del Convenio Andrés Bello (SECAB). Editorial Guadalupe. Bogotá- Colombia, págs 159-267.
- Brako, L & Zaruchi J L.** 1993. Catalogue of the flowering Plant Gymnosperm of Peru. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 45. St. Louis.
- Engels, J. M.** 1981 "The systematic description of cacao clones and its significance for taxonomy and plant breeding". (Doctoral Thesis), The Netherlands. 125 p.
- FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2008. Polinización un servicio del ecosistema (en línea). Consultado el 12 de setiembre de 2016. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0112s/i0112s06.pdf>
- García, L.** 2007, Identificación de Cultivares de Cacao: Guía de Campo. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María - Perú.
- León, J.** 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3ed. San José, Costa Rica, 522 p
- Motamayor, J. C; Risterucci, A.M; López, P. A; Ortiz, C. F; Moreno, A; Lanaud, C.** 2002. Cacao domesticación. In The origin of the cacao cultivated by the Mayas. Heredity 89:380-386.
- Philips W. Arciniegas A., Mata A.** 2012. Catálogo de Clones de Cacao. Programa de Mejoramiento Genético de Cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE, Turrialba - Costa Rica.