

Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca el cacahual, sector La Vega sur, Aricagua, estado Bolivariano de Mérida

Moncada, Ricardo¹

Correo: ricar000@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-2678-4206>

Corporación de los Andes. Mérida, Venezuela

Resumen

En la presente investigación de campo de tipo descriptiva, se realizó la caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la Unidad de Producción El Cacahual ubicada en el Sector de La Vega Sur, Municipio Aricagua estado Mérida sobre una muestra de frutos y semillas constituida por 10 plantas seleccionadas al azar, siguiendo la metodología del Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao en Venezuela concertada el Proyecto de investigación en red de la Ruta del Chocolate N° 200500898 subproyecto 01 (por publicar) y se confirmó la identidad genética a través de la caracterización molecular a través de 10 marcadores microsátelites o SSR. Los resultados obtenidos fueron: color del cotiledón blanco, forma oblonga, rugosidad intermedia, ápice atenuado curvado, constricción basal ausente, dureza del mesocarpo suave que se corresponden con la morfología determinante para identificar un cacao con características de criollo.

Palabras clave: Mejoramiento genético, caracterización morfológica, cacao criollo ancestral.

¹ Ingeniero Agrónomo, Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Sub-Gerente de plantación Sociedad de cacaos venezolanos, actualmente profesional II. Corporación de los Andes, Mérida, Venezuela.

*Morphological characterization of fruits and almonds of cacao
plants (*theobroma cacao* L.) in the el cacahual farm, La Vega sur,
Aricagua, Mérida Bolivarian state*

Abstract

In this descriptive field study, the morphological characterization of fruits and kernels from cacao plants (*Theobroma cacao* L.) was carried out at the El Cacahual Production Unit, located in the La Vega Sur Sector, Aricagua Municipality, Mérida State. The sample consisted of 10 randomly selected plants, following the methodology of the Practical Manual for the Morphological Characterization of Cacao in Venezuela, developed under the Network Research Project of the Chocolate Route No. 200500898, Subproject 01 (to be published). Genetic identity was confirmed through molecular characterization using 10 microsatellite markers or SSRs. The results obtained were: white cotyledon color, oblong shape, intermediate rugosity, attenuated curved apex, absent basal constriction, and soft mesocarp hardness, all of which correspond to the morphology that identifies cacao with Criollo characteristics.

Keywords: Genetic improvement, morphological characterization, ancestral criollo cacao.

Introducción

Desde el periodo del dominio hispánico, el Cacao Criollo venezolano es mundialmente conocido por su excepcional poder aromático, suave sabor y delicada textura, asimismo ha sido considerado como de mayor calidad por su fino aroma y color blanco, el único cacao dulce que existe y de cuyos grupo morfogeográficos, se conservan en cultivares, debido a que desde 1760 se realizaron los cruces con cacao forastero, cuyos híbridos fueron introducidos en Venezuela, desde esa fecha, y en la actualidad se denominan *Trinitarian Outsider*, de mayor producción, pero de menor calidad. En Venezuela, hasta principios del

siglo XIX, el cacao producido en la totalidad de las plantaciones, mayoritariamente era criollo, y luego fue suplantado por los híbridos naturales, originados por los cruces entre éstos y los cacaos forasteros, debido a las ventajas agronómicas que se transmiten a la descendencia.

A pesar de ello, Venezuela es uno de los pocos países donde se encuentran algunos de los cacaos criollos ancestrales, en peligro de extinción, debido a que su cultivo prácticamente había sido abandonando a causa de su poca resistencia a las enfermedades. Pero, esa situación se ha modificado debido al impulso motivado para la creciente demanda de cacaos de fino aroma procedente de la industria de chocolates y bombones de alta calidad.

Por esa razón, la reactivación de la producción cacaotera criolla, en Venezuela, como actividad representativa de su idiosincrasia, cultura, historia y tradiciones, ha determinado el impulso al cultivo de ese rubro estratégico motivado a que la producción mundial del cacao está representada por el 95% de cacao forastero y solamente el 5% lo constituyen los cacaos finos de aroma, siendo Venezuela identificada como fuente de origen y productor de éstos, con una elevada demanda internacional de este tipo de cacao para la elaboración de chocolates de aroma (Cartay 1998), es por ello que para Venezuela, la producción de cacao es un elemento estratégico para el desarrollo sostenible, por lo cual es necesario recuperar la calidad del producto a través la expansión de los cultivos de los cacaos criollos ancestrales e incrementar la productividad.

La investigación está centrada en caracterizar morfológicamente los frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) hallados en la finca el Cacahual, sector La Vega Sur, parroquia Capital Aricagua, estado Bolivariano Mérida. Con esa finalidad se procede a ejecutar el diagnóstico de la unidad de

producción del sector La Vega Sur. Luego se realiza la caracterización morfológica de los frutos y almendras de los cacaos promisorios ubicados en la Vega Sur; se analizan los resultados obtenidos en la caracterización morfológica y finalmente se determina el tipo de cacao objeto de estudio.

Esta investigación se justifica debido que representa la identificación recolección, caracterización morfológica y genética de materiales únicos con características de cacaos criollos ancestrales, en peligro de extinción, constituyendo el occidente de Venezuela, la zona de mayor biodiversidad, en híbridos de interés comercial, para satisfacer los planes de recuperación y desarrollo del cultivo, debido a que la principal limitante es la disponibilidad de materiales suficientes para la expansión de los cultivos. Es por ello, que se contribuye con este aporte a la caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de plantas de cacao con características de interés, localizadas en el trabajo diario realizado con la Corporación de los Andes (CORPOANDES) en el Municipio Aricagua, estado Bolivariano de Mérida y que según información del productor fue cacao sembrado por las comunidades indígenas.

Esta investigación descriptiva y de campo analizaron 150 plantas de cacao en la finca El Cacahual, Mérida, utilizando una muestra de 10 ejemplares promisorios. La metodología consistió en cinco fases: arqueología bibliográfica, diagnóstico de la unidad, caracterización morfológica cualicuantitativa de frutos/almendras, descripción ambiental y análisis de datos. Se operativizaron variables fenotípicas empleando descriptores del CATIE y observación estructurada. Los resultados revelaron frutos con biomasa promedio de 307,87g, ausencia de antocianina, forma oblonga y almendras blancas, confirmando características de cacao criollo ancestral. El diagnóstico evidenció falta de

asistencia técnica pero un alto valor genético del germoplasma para planes de expansión nacional. Se recomienda su conservación e integración en bancos de germoplasma por su importancia estratégica y calidad excepcional.

1. Importancia de la preservación de los Cacaos Criollos

Las investigaciones actuales del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y la Fundación IDEA (2024-2025) subrayan que la preservación de los cacaos criollos ha trascendido el ámbito agronómico para convertirse en una estrategia de resiliencia climática y soberanía genética. De esa forma, en estudios recientes se indica que la introducción indiscriminada de materiales como el clon CCN-51 no solo erosiona la biodiversidad local, sino que compromete la competitividad en el mercado de "especialidad", donde la trazabilidad y el perfil sensorial único de los grupos morfogeográficos criollos (como el Porcelana o el Guasare) permiten capturar precios premium. Actualmente, se ejecutan proyectos de "Plan Cacao" que utilizan técnicas de irradiación de semillas y estudios de microorganismos benéficos para dotar a estas variedades delicadas de una mayor resistencia a enfermedades, sin alterar su valioso código genético ancestral. (IVIC, 2025)

Es por ello, que es de fundamental importancia la caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.), hallados en la finca el Cacahual, sector La Vega sur, parroquia capital Aricagua, estado Bolivariano de Mérida, por presentar esas plantas características propias de los cacaos criollos ancestrales que fueron analizadas, conformando un recurso genético valioso, como fuente de germoplasma que podría ser utilizado en los planes de expansión del rubro, debido a que al comprobar que esta población corresponde a un cacao criollo, es posible su incorporación en los bancos de

germoplasma del cultivo para su conservación, evaluación y utilización en programas de desarrollo del cultivo; tanto en el Municipio Aricagua como en otras poblaciones del occidente del país, con condiciones edafoclimáticas similares, lo cual permite la recuperación de la producción de los cacaos criollos, desde la época del dominio hispánico identifican a Venezuela en el mundo, buscando niveles óptimos de rendimiento y calidad del producto final, logrando así lograr ser competitivo en un mercado altamente cotizado que busca, a su vez, la eficiencia en la producción de este tipo

De acuerdo con lo expresado, se pueden nombrar varios factores que determinan la baja en la producción de cacao criollo en el ámbito nacional, tales como: disminución en la producción, la avanzada edad de las plantaciones, bajo rendimiento, las incidencias de plagas y enfermedades, alto costo de la producción, escasa adopción de modernas tecnologías, deterioro en el crecimiento de la calidad del producto por la introducción de materiales forasteros, entre otros. Debido a la incidencia negativa de esas variables es necesario de caracterizar morfológicamente las plantas de cacao criollo ancestral, fortaleciendo de esa manera el desarrollo del mejoramiento genético, con nuevas selecciones de cacao que permiten el incremento de la producción con una la alta calidad en el producto

En ese sentido, es necesario destacar que en el Sur del Lago de Maracaibo (Venezuela), existen cacaos criollos finos de aroma, sin embargo, la introducción de cacaos forasteros en esa área, ha producido un mosaico de cacaos denominado Criollo Sur del Lago, que han disminuido la calidad del mismo. En consecuencia, los criollos ancestrales vienen desapareciendo por ser calificados por los productores de “baja producción” (308kg/ha.) (Chacón, 2006).

La apreciada calidad del cacao venezolano se debe principalmente a los tipos criollos del occidente y centro del país. La mayoría de las plantaciones están constituidas por mezclas de fenotipos por cuya razón se considera la importancia del occidente de Venezuela como fuente de recursos genéticos; la variabilidad fenotípica encontrada puede ser de mucha utilidad para los programas de mejoramiento de los cacaos finos de aroma. En ese sentido, se hace necesario el desarrollo de programas dirigidos a preservar dichos cacaos, identificando y caracterizando las poblaciones de cacao existentes en la región,

Con ese propósito se han realizado diversos proyectos de dirigidos al rescate de cacaos con características de criollo, en peligro de extinción e híbridos de interés, realizados por la Corporación de Desarrollo de la Región Zuliana (CORPOZULIA), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), Universidad Nacional Experimental Sur del Lago (UNESUR), Universidad de Los Andes (ULA), Universidad Central de Venezuela (UCV), entre otras, con el apoyo del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), que han permitido coleccionar plantas de cacao criollo ancestral, que han sido utilizadas para la estandarización morfológica, genética y organoléptica de las características de los criollos venezolanos y la apropiación de las técnicas de propagación asexual del mismo, en la zona Sur del Lago de Maracaibo, especialmente en los estados Zulia, Táchira y parte de Mérida, que han permitido disponer de más de 150 plantas altamente productivas a disposición de los productores.

De ese modo, se han estandarizado las características de los cacaos criollos de occidente en cuanto a forma del fruto, color de los cogollos de las hojas, color de la almendra presencia de pilosidad en las puntas tiernas de las hojas. (Chacón,

2006). Esas investigaciones han utilizado la metodología descriptores morfológicos para la caracterización morfológica de los cacaos promisorios.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se encuentra enmarcada en la modalidad de campo, se recopiló información de manera directa, tal cual como se presenta, con el fin de precisar Las Características Morfológicas de Frutos y Almendras de las Plantas de Cacao (*Theobroma cacao* L.). Al respecto Arias (2006), afirma que consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

2.1. Tipo y diseño de investigación

Considerando los objetivos propuestos, se ubica el tipo de investigación descriptiva; ya que pretende dar respuesta a una serie de interrogantes que permitirá precisar las características morfológicas de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca cacahual, sector La Vega, sur de la parroquia capital Aricagua. Para la caracterización morfológica se utilizan descriptores que deben reunir las siguientes características: (a) ser fácilmente observables; (b) tener alta acción discriminante y baja influencia ambiental, lo que permite registrar la información en los sitios de colecta; (3) ser uniformes ya que la uniformidad de los descriptores es un parámetro indispensable, porque esto hace que la caracterización tenga un valor universal, es por eso que se emplean listas de descriptores definidos y rigurosamente probados que simplifican considerablemente todas las operaciones de registro de datos, actualización, modificación, recuperación de información, intercambio, análisis y transformación de datos (Abadie y Berreta, 2003).

Dentro de los caracteres morfológicos que definen las características del género *Theobroma* existen diversas instituciones que han propuesto una lista de descriptores morfológicos para la identificación y evaluación del germoplasma de cacao. Por ejemplo, el IBPGR ha seleccionado 65 descriptores, en tanto que Phillips y Galindo (1988), propusieron una lista corta de 26 descriptores morfológicos y el CIRAD emplea 24 descriptores para la caracterización. Los descriptores se han ido modificando dependiendo del fin de la investigación y se han ido empleando desde la década pasada para caracterizar germoplasma de las colecciones en diferentes centros de investigación tales como el CATIE, el ICGT y el ICGD entre otros (IPGRI, 2000).

De ese modo, se evaluaron 10 características cualitativas siguiendo la metodología de descriptores de cacao del CATIE: forma del fruto, forma de semilla, constricción basal, color del cotiledón, ápice del fruto, textura, coloración del fruto codificado con tabla Munsell, Intensidad de antocianina en lomos del fruto inmaduro y maduro.

2.2. Procedimiento de la investigación

Esta investigación se desarrolló en varias fases, una primera fue la revisión bibliográfica, que consistió en el examen de la literatura, lo que se realizó a través de un arqueo documental, con el propósito de conocer el entorno del problema analizado y recopilar así la información necesaria para proceder de manera correcta a dar curso a la investigación.

Una segunda fase fue conocer la situación actual del cultivar hallado, por cuya razón se procedió a través de una entrevista al propietario de la unidad de producción, para conocer el manejo agronómico aplicado durante años, así como

también con la observación directa se pudo precisar el estado fitosanitario, agroclimático y su ubicación georeferencial.

La investigación se realizó en un período de tres (3) semanas según la cosecha, en la Unidad de Producción El cacahual propiedad del señor José Celis Quintero, ubicada en el sector de La Vega Sur, con coordenadas UTM N908328 E263656, parroquia capital de Municipio Aricagua del estado Mérida; la parcela posee 2 hectáreas con una superficie sembrada de cacao de 0,5 hectárea con aproximadamente 150 plantas; se encuentra a 920 msnm, temperatura promedio de 18,6°C y una precipitación anual de 1.850mm.

El municipio Aricagua se encuentra dividido políticamente en dos parroquias Capital Aricagua y San Antonio de Campo Elías; está ubicado geográficamente al sur del Estado Mérida, en las coordenadas geográficas comprendidas entre 7° 54' 36'' y 8° 23' 26'' de Latitud Norte y 70° 54' 20'' y 71° 17' 40'' de Longitud Oeste; teniendo límites por el Norte con la Parroquia El Morro del Municipio Libertador y la Parroquia Acequias del Municipio Campo Elías, al Sur con el Estado Barinas, por el Este con el Estado Barinas y por el Oeste con las Parroquias Mucuchachí y Mucutuy del Municipio Arzobispo Chacón, luego de analizar los resultados se procedió a confirmar el tipo de cacao objeto de esta investigación.

La tercera fase fue el proceso de caracterizar morfológicamente los frutos y almendras de los cacaos promisorios ubicados en el sector La Vega Sur del Municipio Aricagua. Con esa finalidad se procedió a la preselección 20 plantas de cacaos promisorios con características de criollos ancestrales en la unidad de producción El Cacahual, de las cuales resaltaron 10 plantas con características propias del tipo Criollo. Luego de identificar cada planta con una cinta de color se

procedió a la recolección de 10 frutos maduros por plantas, para así realizar el estudio cualitativo y cuantitativo de los descriptores morfológicos.

En cada fruto fisiológicamente maduro se evaluó la biomasa en gramos (BF), la dureza del mesocarpo (DMF), la longitud en cm (LF), el ancho del fruto en cm (ANF), la relación LF/AF, la profundidad de surco primario en mm (PSP), la profundidad de los surcos secundarios en cm (PSS), el grosor del surco primario en cm (GSP), el grosor del surco secundario en mm (GSS), la intensidad de antocianina en el lomo fruto inmaduro (IALFI), color del fruto con la tabla Munsell para colores vegetales (CF), intensidad de antocianina en lomos del fruto maduro (IALF) la intensidad de antocianina surco primario fruto inmaduro (IASPFI), la forma del fruto (FF), la constricción basal (CB), el ápice (AF), la rugosidad (RF), , la apariencia de pares de lomos (APL).

En la semilla se evaluó biomasa total en g (BTS), la biomasa fresca en g (BFS), el número de semillas (NS), el número de semillas vanas (NSV). En cinco semillas se midió la longitud en mm (LS), el ancho en mm (AS), el espesor en mm (ES), biomasa fresca en g (BS), (FS), biomasa seca en g (BSS), biomasa seca sin testa en g (BSST), biomasa de la testa en g (BT), el índice de almendra en g (IA) referido a la biomasa promedio seca de una semilla, Índice de mazorca (IM) corresponde al número de mazorcas necesarias para obtener un kilo de cacao seco, forma de la semilla (FS) color del cotiledón (CC).

Para la determinación del tipo de cacao se tomaron muestras de hojas fisiológicamente maduras y fueron entregadas al Laboratorio GEQUINCEL de la Universidad de los Andes, (Mérida-Venezuela) para el análisis molecular del ADN a través de marcadores microsatélites. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva.

Una cuarta fase se dirigió a la descripción del medio ambiente donde se realizó la caracterización. El cacahual, propiedad del señor José Celis Quintero, ubicada en el sector de La Vega Sur, con coordenadas UTM N908328 E263656, parroquia capital de Municipio Aricagua del estado Mérida; se extiende sobre 2 hectáreas con una superficie sembrada de cacao de 0,5 hectárea con aproximadamente 150 plantas; se encuentra a 920 msnm, temperatura promedio de 18,6 °C y una precipitación anual de 1.850mm.

Una quinta fase consistió en el análisis de los resultados obtenidos de las plantas de cacao, objeto de estudio en esta investigación, fueron interpretados y confrontados con la teoría expuesta con respecto a la Características Morfológicas de Frutos y Almendras de las Plantas de Cacao (*Theobroma cacao* L.) para así poder determinar y confirmar si efectivamente se trata de plantas de Cacao Criollo.

3. Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables se realizó a través de los indicadores consistentes en los descriptores morfológicos, con características cuantitativas y cualitativas. Las relaciones indicadas entre los objetivos, las variables y los indicadores se muestran en el cuadro 1 (Véase cuadro 1)

3.1. Población y muestra

La población utilizada en esta investigación fueron 150 plantas de cacao. Según Hernández, Fernández y Baptista (2008), la muestra es una parte de la población que se utiliza para efectuar las mediciones y cálculos que resultan representativos válidos y confiables para conseguir los objetivos propuestos en la investigación. Esta investigación se realizó sobre una muestra de 10 plantas de cacao con características representativas del total de la población en estudio.

Cuadro 1. Operacionalización de las variables

Objetivo General	Variables	Indicador	Unidad
Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) En la finca el Cacahual, sector la vega sur, parroquia capital Aricagua, estado Mérida	Independiente		
	La metodología del Manual práctico para la caracterización morfológica de cacao en Venezuela concertada el Proyecto de investigación en red de la Ruta del Chocolate No 200500898 Subproyecto 01 (por publicar).	Descriptores Morfológicos	Características Cualitativas y Cuantitativas
	Dependiente		
	Las características fenotípicas del cacao criollo se confirmaran con la caracterización morfológica.	Valores de referencia de cacaos criollos ya evaluados	Características Cualitativas y Cuantitativas
	Interviniente		
	Hibridación de los cacaos y el cruzamiento espontaneo.		

Fuente: Moncada (2014)

3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el proceso de recolección de los datos pertinentes para el estudio de las características morfológicas de los cacaos presentes en la unidad de producción, se utilizó como técnica la observación estructurada.

No obstante, la observación estructurada consiste en el registro sistemático, válido y confiable empleando una serie de características que deben cumplir cada objeto de estudio. Asimismo, después de ser observadas y analizadas la información se procedió a aplicar el instrumento prediseñado para la recolección de datos sobre las características de: color de almendras, tamaño de almendras, peso de almendras, tamaño de mazorcas, color de mazorcas, dureza de mesocarpo.

3.3. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

Luego de obtenida la información, se procesó haciendo uso de la estadística descriptiva, representando los resultados mediante tablas de distribución de

frecuencia y gráficos con la ayuda del programa Excel. El análisis de los datos se llevó a cabo por computadora, debido al volumen de datos considerable.

4. Resultados

4.1. Diagnóstico de la unidad de producción

Se realizó el diagnóstico de la finca el Cacahual, ubicada en el sector La Vega Sur teniendo como base la Planilla de diagnóstico agronómico de la unidad de producción ubicada en el Municipio Aricagua Estado Mérida, propiedad del Sr José Celis Quintero Albornoz C.I. 3.496.207 de 66 años, teniendo como resultados más relevantes que cuenta con una superficie total de 2has de las cuales están sembradas 0,5has con cacao aproximadamente 150 plantas, un área de cría de cochinos, una superficie improductiva de 0,5has en todo el cauce del rio Aricagua y las demás están sembradas con café. Presenta un relieve inclinado, con una altura de 920msnm, unas coordenadas UTM N908328 W263656.

El productor manifiesta el desconocimiento del manejo agronómico del cultivo de cacao, solo realizan las cosechas y riego, encontrando que las plantaciones del mismo, poseen un crecimiento libre con altura de más de 6mts y abundantes chupones basales. Sin embargo, las plantas y sus frutos poseen la morfología básica que identifican a un cacao con características de criollo, como son: forma y rugosidad de fruto, color de las almendras, ápice y presencia de pilosidad en los brotes. En cuanto a la comercialización manifestó que va colectando el cacao y lo guarda hasta obtener una cantidad suficiente para venderlo en Tucaní, Municipio Caracciolo Parra y Olmedo. Nunca ha recibido asistencia técnica ni financiamiento. La tenencia de la tierra es propia, no existe organización de productores, él es el “único” productor de cacao de la zona, la comunidad está organizada en consejos comunales y poseen servicios básicos.

Cabe destacar que el productor manifestó “tener 50 años con esta finca, que este cacao por referencia de su padrino (propietario anterior de la unidad de producción) Sr. Ramón Parra Newman corresponde a un cacao sembrado por los indígenas y que cuando el compró la finca existían alrededor de 5 plantas, pero por recomendación de su padrino no las tumbó y las multiplico hasta llegar al número de plantas sembradas”

De las 150 plantas existentes se preseleccionaron al azar 20 plantas, de las cuales 10 fueron elegidas como promisorias para la caracterización morfológica, lo que permitió identificar las características de los frutos y almendras con valores próximos a criollo

4.2. Caracterización morfológica de frutos

En la caracterización cuantitativa de los frutos (Cuadro 2), se obtuvo en promedio los siguientes resultados: Biomasa del fruto (BF) $307,87 \pm 48,30$; Dureza del mesocarpo (DMF) entre $2 \pm 0,56$ es decir, de suave a intermedio; Largo del fruto (LF) $13,67 \pm 1,06$; Ancho del fruto (ANF) entre $7,84 \pm 2,22$, Relación Largo y ancho (LF/AF) $1,90 \pm 0,09$; Profundidad del surco primario (PSP) $0,21 \pm 0,06$; Profundidad del surco secundario (PSS) $0,15 \pm 0,06$; Grosor del surco primario (GSP) $0,83 \pm 0,09$; Grosor surco secundario (GSS) $0,95 \pm 0,0,10$; Índice de almendra (IA) $1,2 \pm 0,1$; Índice de mazorca (IM) 43 ± 7 . Con respecto al IA estuvo en el límite que indicó Reyes et al. (1992) para los cacaos criollos, superior a 1,4 y similar a 1,36 reportado por Chacón et al. (2007). Por otra parte, Chacón et al. (2011), reportaron valores semejantes en plantas élite de Cacao Criollo Porcelana a excepción de la biomasa promedio del fruto que reportan valores promedios de 449 y 446 respectivamente y el Índice de mazorca para el Criollo Porcelana Rojo 36,54 seguido del verde con 35,78 y el Blanco con 32,34 mazorcas por kilo.

Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao
(Theobroma cacao L.) en la finca el cacahual, sector La Vega sur, Aricagua, estado
 Bolivariano de Mérida
 Moncada, Ricardo

Cuadro 2. Resumen de características cuantitativas de frutos caracterizados en
 Municipio Aricagua, edo. Mérida

PLANTA Nº	Biomasa BF (gr)	Dureza Mesocarpio DMF	Largo LF (cm)	Ancho ANF (cm)	Rel. L/A LF/ANF	Profundidad Surco Prim. PSP	Profundidad Surco Sec. PSS (cm)	Grosor Surco primario (cm) GSP	Grosor Surco Secundario (cm) GSS	Índice de Almendra IA	Índice de Mazorca IM
1	283,62	1,6	12,78	6,82	1,9	0,21	0,17	0,85	0,95	1,1	42
2	265,1	2,4	12,81	6,85	1,88	0,14	0,21	0,66	0,86	1,2	40
3	256,45	1,6	12,41	6,81	1,84	0,18	0,14	0,77	0,90	1,0	48
4	339,28	2,4	13,66	7,37	1,86	0,15	0,11	0,86	0,93	1,4	34
5	351,49	2,8	14,28	7,71	1,86	0,30	0,18	0,79	0,97	1,3	43
6	297,05	2,2	13,16	7,13	1,85	0,23	0,12	0,79	0,94	1,2	53
7	278,83	1,40	13,53	6,80	1,99	0,15	0,15	0,75	0,78	1,3	39
8	416,25	1,4	16,14	7,74	2,09	0,30	0,20	0,92	1,11	1,4	32
9	292,27	2,8	14,01	7,12	1,98	0,19	0,14	0,98	1,09	1,1	55
10	298,33	1,60	13,90	14,09	1,79	0,24	0,10	0,88	0,98	1,3	41
X	307,87	2,02	13,67	7,84	1,90	0,21	0,15	0,83	0,95	1,2	43
S	48,30	0,56	1,06	2,22	0,09	0,06	0,04	0,09	0,10	0,1	7
C.V	15,69	27,79	7,73	28,35	4,72	27,31	24,22	11,05	10,16	10,9	17
Min	256,45	1,40	12,41	6,80	1,79	0,14	0,10	0,66	0,78	1,0	32
Max	416,25	2,80	16,14	14,09	2,09	0,30	0,21	0,98	1,11	1,4	55

Fuente: Moncada (2014)

En la caracterización cualitativa de los frutos; los resultados obtenidos fueron: Color del fruto (CF) 2,5GY7/8 verde amarillento; Intensidad de antocianina en lomos del fruto inmaduro (IALFI) 0=ausente; Intensidad de antocianina en surco primario del fruto inmaduro (IASPFI) 0=ausente; Forma del fruto (FF) 1=oblonga; Constricción basal (CB) 0=ausente; Ápice del fruto (AF) 1c=atenuado curvado; Rugosidad del fruto (RF) 3=ligeramente rugoso; Apariencia de los pares de lomos (APL) 3=ligeramente separados, los cuales coinciden con lo reportado por Chacón et al. (2008) en la descripción de los caracteres morfológicos cualitativos y Ramos, Gómez y De Ascencao (2004), en la evaluación de diez materiales de cacao criollo Guasare y seis materiales del piedemonte andino, destacan la fuerte rugosidad de la corteza del fruto para el guasare, mientras que para los materiales del piedemonte andino, los descriptores de mayor peso son la superficie lisa de los frutos. (Véase Cuadro 3)

Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca el cacahual, sector La Vega sur, Aricagua, estado Bolivariano de Mérida
 Moncada, Ricardo

Cuadro 3. Resumen características cualitativas de los frutos caracterizados en Municipio Aricagua, edo. Bolivariano de Mérida

PLANTA N°	Color del Fruto CF	Intensidad Antocianina en Lomos del Fruto inmaduro IALFI	Intensidad Antocianina en Surcos Primarios del Fruto inmaduro IASPI	Foma del fruto FF	Contriccion Basal CB	Apice AF	Rugosidad RF	Apariencia de los pares de lomos APL
1	2,5 GY 7/8 5 Y 7/10	0	0	1	0	1c	7	3
2	5 R 4/8	7	7	1 2	0	1c	3	3
3	5 Y 7/8 5 Y 8/10	0	0	1	0	1c 1	3	3
4	5 R 5/10 5 R 4/8	7	7	1	0	1	3	3
5	2,5 GY 7/8 2,5 GY 8/8	0	0	1	0	1	5	3
6	2,5 GY 7/8	3	0	1	0	1c	3	5
7	2,5 GY 8/10	0	0	1	0	1c	3	5
8	2,5 GY 6/8	0	0	1	0	1	5	3
9	10 R 5/10 10 R 4/8	7	5	1	0	1c	3	5
10	5 R 4/10 5 R 5/10	7	5	1	0	1c	5	3
Resumen	2,5 GY 7/8 5 R 4/8 5 R 5/10	0	0	1	0	1c	3	3

Fuente: Moncada (2014)

4.3. Caracterización morfológica de almendras

En la caracterización cuantitativa de las almendras los valores promedios obtenidos fueron: Biomasa total (BTS) 58,3±6,93; la Biomasa fresca (BFS) 44,77±5,22, el Número de semillas (NS) 21,39±1,91, Número de semillas vanas (NSV) 1,57±0,38. En la evaluación de las cinco semillas se obtuvo los siguientes resultados promedios: Longitud de semilla (LS) 2,22±0,13, el ancho de semilla (AS) 1,43±0,08, espesor de semilla (ES) 1,02±0,08, biomasa fresca (BS) 11,04±1,02, biomasa de semillas secas (BSS) 6,16±0,67, la biomasa de semillas secas sin testa (BSST) 5,47±0,64, la biomasa de la testa (BT) 0,69±0,2. Chacón (2007). En los factores determinantes para los tipos de cacao con características de criollo para el Estado Táchira, reporta valores promedios de longitud de la almendra 2,81±0,02, peso fresco de las almendras 19,33 ±0,41, peso seco

Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca el cacahual, sector La Vega sur, Aricagua, estado Bolivariano de Mérida
Moncada, Ricardo

8,95±0,16, ia 1,79± 0,03, peso sin testa 8,12±0,15, los cuales para las almendras evaluadas están por debajo de los resultados obtenidos, haciendo énfasis en que las plantas no reciben las prácticas agrícolas adecuadas y a la presencia de un fuerte verano en la zona que incide directamente en el tamaño y peso de las almendras. Chacón (2007). (Véase cuadro 4)

Cuadro 4. Resumen de características cuantitativas de almendras caracterizadas en Municipio Aricagua, edo. Mérida

PLANTA N°	Biomasa Total BTS (gr)	Biomasa Fresca BFS (gr)	N° de Almendras NS	N° de Almendras Vanas NSV	Largo 5 Almendras (promedio) LS (cm)	Ancho 5 Almendras (promedio) AS (cm)	Espesor 5 Almendras (promedio) ES (cm)	Biomasa Fresco 5 Almendras BS (gr)	Biomasa Seco 5 Almendras BSS (gr)	Biomasa Seco sin Testa 5 Almendras BSST (gr)	Biomasa de la Test BT (gr)
1	51,57	39,73	23,6	1	2,14	1,36	0,91	9,96	5,5	4,88	0,62
2	55,08	42,26	21,3	1,9	2,26	1,43	0,93	10,21	6,19	5,21	0,98
3	54,19	41,31	22,5	1,4	1,91	1,26	0,97	9,1	5,1	4,63	0,47
4	64,98	48,9	22,6	1,6	2,39	1,48	0,97	12,22	6,96	6,1	0,86
5	59,61	42,38	18,9	2,1	2,23	1,43	1,17	11,12	6,32	5,57	0,75
6	56,47	46,05	20,9	1,4	2,26	1,56	1,05	11,56	5,78	4,94	0,84
7	57,3	45,29	21,7	1,3	2,23	1,47	1,04	11,64	6,7	6,09	0,61
8	74,4	56,8	23,9	1,2	2,26	1,52	1,09	12,28	7,12	6,54	0,58
9	51,26	39,2	18	1,7	2,23	1,39	1,06	10,82	5,52	4,97	0,55
10	58,48	45,77	20,5	2,1	2,31	1,45	1,00	11,44	6,41	5,77	0,64
X	58,33	44,77	21,39	1,57	2,22	1,43	1,02	11,04	6,16	5,47	0,69
S	6,93	5,22	1,91	0,38	0,13	0,08	0,08	1,02	0,67	0,64	0,2
C.V	11,88	11,66	8,91	24,03	5,67	5,92	7,69	9,26	10,90	11,69	23,3
Min	51,26	39,2	18	1	1,91	1,26	0,91	9,1	5,1	4,63	0,5
Max	74,4	56,8	24	2	2,39	1,56	1,17	12,28	7,12	6,54	1,0

Fuente: Moncada (2014)

En cuanto a la caracterización cualitativa de las semillas, relativos a: color del cotiledón (CC) predominante es el color blanco en un 66,31%; la Forma de la semilla (FS) fue oblonga en un 44,38% y elíptica el 54,5% restante de la muestra. Cabe destacar que en los frutos de color verde las semillas en general fueron de color blanco, sin embargo los frutos de color rojo correspondientes a las plantas 2,4,9 y 10 las almendras fueron en su mayor proporción de color blanco segregado a violeta claro y oscuro predominando el violeta claro en un 21% debido a que se manifiesta la presencia de antocianina tanto en frutos y almendras de color rojo, que contradice lo expuesto por Reyes y Capriles (2000) en cuanto al color de las

Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la finca el cacahual, sector La Vega sur, Aricagua, estado Bolivariano de Mérida
Moncada, Ricardo

almendras de los cacaos criollos blanco o muy ligeramente pigmentados cuando está fresco. (Véase cuadro 5)

Cuadro 5. Resumen de características cualitativas de las almendras

MUE STRA = 10 Plantas											
Forma Almendra											
Nº PLANTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total %
1 = Oblonga	44	79	61	52	66	58	66	109	89	86	710 44,38%
2 = Elíptica	126	76	110	121	61	97	98	76	37	70	872 54,50%
3 = Ovoides	2	1	5	0	0	0	0	0	0	0	8 0,50%
4 = Redondeada	2	0	0	0	4	2	1	0	1	0	10 0,63%
Total Almendras	174	156	176	173	131	157	165	185	127	156	1600 100,00%
Color del Cotiledon											
Nº PLANTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total %
1 = Blanco	125	0	148	9	103	128	103	168	28	19	831 51,94%
2 = Blanco Segregado	32	17	2	27	3	1	11	1	23	29	146 9,13%
3 = Blanco Cicatriz	11	0	12	2	17	18	9	7	5	3	84 5,25%
4 = Rosado	1	14	0	2	0	0	0	0	0	0	17 1,06%
5 = Violeta Claro	5	87	14	112	8	8	13	0	46	43	336 21,00%
6 = Violeta Oscuro	0	38	0	21	0	2	29	9	25	62	186 11,63%
Total Almendras	174	156	176	173	131	157	165	185	127	156	1600 100,00%

Fuente: Moncada (2014)

Estos resultados coinciden con los reportados por Ramos et al. (1999) en la caracterización de frutos de guasare, color verde y con los resultados de Chacón et al. 2008, quien reporta que para la planta NOV 010 frutos de color rojo colores predomina el color blanco, segregado de sus almendras, además de que la forma del fruto fue oblonga (1) para todas las plantas, forma de semilla oblonga (1) a excepción NOV005 (2 Elíptica), constricción basal ausente menos ESC002 (7 Intensa. Ápice del fruto para Porcelana, Lobatera y Novillero atenuado, Guasare y Macanillo agudo, textura del Porcelana ausente a ligera y los demás entre ligera a intensa.

En términos generales, la caracterización morfológica de los frutos y semillas reveló valores promedio que definen al material bajo estudio: forma oblonga, rugosidad intermedia, ápice atenuado curvado y ausencia de constricción basal. Asimismo, se determinó una consistencia suave en el mesocarpo, una relación longitud/ancho (L/A) cercana a 2, y dimensiones específicas en los surcos primarios (profundidad de 0,21 mm; grosor de 0,83 mm) y secundarios (profundidad de 0,15 mm; grosor de 0,96 mm).

Los índices evaluados arrojaron un Índice de Almendra de 1,2 y un Índice de Mazorca (IM) de 43. Estos hallazgos coinciden con los descriptores de referencia para el cacao de tipo Criollo, con excepción del IM, el cual se presenta elevado debido al bajo peso de los frutos, consecuencia directa de un manejo agronómico insuficiente (Chacón et al., 2011; Arciniegas, 2005; Ramos et al., 2004; Ramos et al., 2000).

Esas evidencias permiten identificar el cacao seleccionado en Aricagua, estado Mérida, como plantas con atributos morfológicos propios del Cacao Criollo Ancestral. Dada su condición de peligro de extinción, se hace imperativa su recuperación, el completamiento de su caracterización fenotípica (árbol, hojas y flores) y su posterior introducción en los Bancos de Germoplasma del occidente del país.

4.4. Determinación del tipo de cacao

De acuerdo con el Informe de Caracterización Molecular de árboles de Cacao Criollo de Aricagua, mediante marcadores moleculares (Véase anexo 1) realizado por la Dra. María Marcano del Laboratorio de Genética y Química Molecular GEQUINCEL, de la Facultad de Ciencias ULA, permitieron confirmar

la identidad de los 10 árboles evaluados como **“Individuos criollos llamados ancestrales por su alta pureza genética (Homocigosis)”**.

Es necesario destacar la importancia de este trabajo en la conservación de germoplasma ancestral en peligro de extinción, se le indicó al productor la necesidad de mantener y proteger el cultivo y las prácticas agrícolas que debe aplicar, además de promocionar a nivel de los productores de la zona las ventajas de la siembra de este material. Esta finca puede convertirse en un centro de producción de semilla para multiplicar a nivel de todo el piedemonte andino.

Conclusión

La descripción morfológica realizada en la unidad de producción El Cacahual sector la Vega Sur del municipio Aricagua del estado Mérida, objeto de estudio en el presente trabajo permitió confirmar que las 10 plantas evaluadas corresponden con las características morfológicas promedio de los Cacaos Criollos colectados y evaluados en el occidente venezolano. Así mismo se confirmó la identidad genética de las 10 plantas evaluadas a través de marcadores microsátelites como **Cacaos Criollos Ancestrales**.

Del mismo modo, se evidenció en el análisis del color del cotiledón, característica cualitativa, la diferenciación del mismo entre los frutos de color verde y rojo, correspondiendo el color blanco para los frutos verdes y el color violeta claro para los frutos rojos. Las características cualitativas que se destacaron son la profundidad de los surcos primarios y secundarios, estos fueron superficiales, los ápices atenuados y atenuado curvado, constricción basal ausente, rugosidad de la cascara del fruto desde ausente a ligera, la apariencia de pares de lomos fusionados, forma de semilla oblonga, color predominante de la semilla blanco. Además, entre las características cuantitativas se destacaron índice de

almendra cercano a 2 e índice de la mazorca alrededor de 40. Esas características son típicas para los criollos.

Recomendaciones

Debido a la importancia genética del material observado y caracterizado en el Sector la Vega Sur del Municipio Aricagua del estado Bolivariano de Mérida (Venezuela) se recomienda continuar los estudios del total de la población de plantas restantes tanto con la caracterización morfológica de frutos y semillas, así como de hojas, flores y planta en general. De la misma manera se recomienda hacer el estudio Organoléptico y evaluación de polifenoles para determinar el potencial comercial de este tipo de cacao.

Dada la importancia del Cacao Criollo en Venezuela, considerado un rubro de seguridad alimentaria, es necesario rescatar y preservar estos materiales en Bancos de Germoplasma a través de la semilla sexual y varetas con yemas viables, apoyando los planes institucionales para la multiplicación de este tipo de cultivos.

Con respecto a la plantación, basado en el diagnóstico de la unidad de producción donde se observaron deficiencias en el manejo del cultivo como el crecimiento desordenado de la planta, daños en los frutos ocasionados por animales (carpintero, ardilla y puercoespín), mal uso de los desperdicios de cosecha, falta de fertilización, exceso de plantas de cacao por pie (exceso de chupones), se recomienda realizar prácticas agronómicas urgentes para recobrar el estado fitosanitario ideal, las cuales pueden ser podas de mantenimiento y rehabilitación en algunos casos, eliminación de plantas de café improductivas debajo del cacao, realizar análisis de suelo para determinar las necesidades reales del cultivo y así programar un plan de fertilización acorde a la plantación, con

respecto a los residuos de cosechas se debe disponer de un sitio adecuado para la elaboración de abono orgánico y una fosa externa a la plantación para depositar las mazorcas dañadas o con hongos.

Referencias

- Abadie, T. y Berretta, S. (2003). Caracterización y Evaluación de Recursos Fitogenéticos. (en línea). Montevideo, UY. Consultado 24 nov. 2004. <http://www.Fagro.edu.uy/dptos/bioveg/fitotecnia/Documentos/Caracterización y evaluación-derecursos-fitogenéticos.pdf>.
- Arciniegas, A. (2005). *Caracterización de árboles superiores de cacao (Theobroma cacao L.)* Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Turrialba, Costa Rica. Tesis M.Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 82 p.
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica*. (5ed). Episteme: Caracas, Venezuela.
- Cartay, R. (1997). *La economía del cacao en Venezuela*. Memorias del Primer Congreso Venezolano de Cacao y su Industria. Maracay, Venezuela. pp. 129-146.
- Cartay, R. (1998). *La economía del cacao en Venezuela*. Proyecto 96001539 Informe I. Agenda Cacao. 116 p
- Chacón, I. (2006). *Informe final Proyecto Gio 97003011*. Titulado “Conservación y manejo de los cacaoteros criollos de Venezuela”. Creación del Banco de Germoplasma de cacaos criollos en la región suroccidental del país. pp 5-9
- Chacón, I., Gómez, C. y Márquez, V. (2007). Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región sur-occidental de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía LUZ* 24(Suplemento 1): 202-207.
- Chacón, I. (2008). *Guía práctica Manejo Postcosecha de cacao*. CORPOZULIA 2008.
- Chacón, I., Ramis, C. y Gómez, C. (2011). Descripción Morfológica de frutos y semillas de cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. *Revista Fac. Agronomía LUZ*. Suplemento 1: 1-13.

Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca el cacahual, sector La Vega sur, Aricagua, estado Bolivariano de Mérida
Moncada, Ricardo

- Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, P. (2008). *Metodología de la Investigación*. México. Mc Graw-Hill.
- Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC, 2025). *Plan Cacao en Mérida: recuperación, protección y conservación de los cacaos criollos*. Prensa IVIC.
- International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 2000). *Working procedures for cocoa germoplasm evaluation and selection*. Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI project Workshop 1998 Montpellier, FR. Ed. Eskes, AB; Engels, JMM; Lass, RA. 176 p.
- Moncada (2014), *Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca el cacahual, sector la vega sur, parroquia capital Aricagua, estado Mérida*. Mérida. IUP. Santiago Mariño (Tesis de grado).
- Phillips, W. y Galindo, J. (1988). Reaction of cocoa cultivars to inoculation with *Monilia roreri*. *Phytopathology* 76:375.
- Ramos y Azocar (2000). *Manual del Productor de Cacao* Mérida. Venezuela. FONAIAP-FUNDACITE. Producciones Karol.
- Ramos, G., Gómez, A. y De Ascencio, A. (2004). Caracteres morfológicos determinantes en dos poblaciones de cacao criollo del occidente de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 54(1): 45-62.
- Ramos, C., Gómez, A. y De Ascencio, A. (1999). *Definición de caracteres morfológicos determinantes en una población de cacao criollo del occidente de Venezuela*. Memorias del Simposio Internacional CUBACAFE. Santiago de Cuba. p. 39.
- Reyes, H. y De Carriles, R. (2000). *El Cacao en Venezuela. Venezuela, moderna tecnología para su cultivo*. Ed. Chocolate El Rey, C.A. Caracas, Venezuela. 270 p.
- Reyes, H., A. Moreno, V. Morillo, T. Pagnini, C. Aristiguieta (1992). Catálogo de cultivares del cacao criollo venezolano. Proyecto de Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) y la Corporación Andina de Fomento. Serie especial No 12. 219 p.

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el *Código de ética y buenas prácticas* publicado en *Revista Ceres*, el autor *Moncada, Ricardo*, declara al Comité Editorial que no tiene situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo *Caracterización morfológica de frutos y almendras de plantas de cacao (Theobroma cacao L.) en la finca el cacahual, sector La Vega sur, Aricagua, estado Bolivariano de Mérida*, en relación con su publicación. De igual manera, declara que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consiente que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

El autor declara que en la preparación de este manuscrito no utilizó herramientas de inteligencia artificial generativa para la redacción de textos o interpretación de datos.

Anexo 1

INFORME CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE ÁRBOLES DE CACAO CRIOLLO DE ARICAGUA, MEDIANTE MARCADORES MICROSATÉLITES

RESUMEN

Muestras de ADN extraído de hojas de diez (10) árboles de cacao con características morfológicas de Criollos, procedentes de la Finca "El Cacahual", Municipio Aricagua del estado Mérida, fueron analizadas mediante diez marcadores microsatélite o SSR, con el propósito de determinar su genotipo, al comparar con ADN de referencia de procedencia específica (Criollo y Forastero) que constituyen la base genética de los cacaos Criollos modernos venezolanos. El análisis permitió confirmar que se trata de individuos Criollos llamado Ancestrales por su alta pureza genética (homocigosis). La metodología de análisis implicó la electroforesis de microsatélites en geles de agarosa 3%, empleándose loci de marcadores SSR cuyos alelos Criollo y Forastero bajo amazónico pueden separarse y visualizarse en agarosa, constituyendo una prueba alternativa de fácil uso en las actuales condiciones de escasez de suministros.

Dra. Maria Marcano
Lab Genética y Química Celular
Facultad de Ciencias
Universidad de Los Andes

Mérida, Julio de 2014