

ASPECTOS MORFOLÓGICOS FLORALES DE ‘ALTO CRIOLLO’ Y UN NUEVO MORFOTIPO DE *Cocos nucifera* L. (ARECACEAE: ARECOIDEAE) EN VENEZUELA

Lorena Guevara¹, Damelis Jáuregui¹ y Enio Soto²

¹Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. ²INIA-CENIAP, Maracay, Aragua, Venezuela. guevaral@agr.ucv.ve

COMPENDIO

Se describen y comparan algunos aspectos de la estructura morfológica de las inflorescencias y flores de un nuevo morfotipo del cocotero y uno de los cultivares más comunes en Venezuela (‘Alto Criollo’). El material utilizado se colectó en Maracay (estado Aragua) y en Irapa (estado Sucre). La finalidad de este estudio es aportar información estructural comparativa de estos morfotipos, que pueda ser utilizada en los programas de mejoramiento del cultivo del cocotero. Los resultados obtenidos revelan diferencias entre los dos morfotipos, básicamente en la distribución de las flores en la inflorescencia, tipos de flor, tamaño y cantidad de flores femeninas. Esto último podría ser eventualmente correlacionado con un incremento en la producción de frutos por planta por parte del nuevo material.

PALABRAS CLAVE

Arecaceae, cocotero, estructura, flor, inflorescencia, Venezuela.

FLORAL MORPHOLOGICAL ASPECTS OF ‘ALTO CRIOLLO’ AND A NEW MORPHOTYPE OF *Cocos nucifera* L. (ARECACEAE: ARECOIDEAE) IN VENEZUELA

ABSTRACT

Some morphological aspects of the inflorescences and flowers of a possible new variety of the coconut and of one of the most common coconut cultivars in Venezuela (‘Alto Criollo’) are described and compared. Plant material was

Recibido: 20/ 04/ 2012

Acceptado: 14/ 06/ 2012

collected in Maracay (Aragua State) and Irapa (Sucre State). This study was carried out in order to add structural information of one morphotype of coconut and to contribute with current breeding programs in this crop. Results reveal differences between the two morphotypes, basically in flower distribution on the inflorescence, flower types, and size and number of female flowers. The latter could be eventually correlated with an increased production of fruits per plant.

KEY WORDS

Arecaceae, coconut, flower, inflorescence, structure, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El cocotero (*Cocos nucifera* L.) es un cultivo tropical perenne de importancia económica mundial, siendo la palma más ampliamente cultivada (Rosengarten 1986). Los tres principales países productores de coco son Indonesia, Filipinas e India, quienes para el año 2010 aportaron el 75,28% de la producción total mundial de coco, mientras que Venezuela para ese mismo año produjo apenas el 0,17% (FAOSTAT 2012). En Venezuela, la producción de copra es utilizada básicamente en la manufactura de aceite sobre todo para la industria cosmética (Soto *et al.* 2000) y se ha señalado su uso para producir carbón activado a partir de la cáscara o mesocarpo del fruto, el cual es utilizado como descontaminante de aguas y en la industria química (Laine 1998, Bastidas *et al.* 2010). El rendimiento de copra en Venezuela es relativamente bajo, debido principalmente al poco nivel tecnológico para el manejo agronómico de las plantaciones (Soto 2000). Lo anterior es también afectado por la falta de cultivares genéticos superiores que posean mejores características, tales como mayor número de frutos por planta y mayor cantidad de copra por fruto (Soto *et al.* 2003). Dentro de los programas de mejoramiento de plantas, la caracterización y evaluación del germoplasma son actividades esenciales tanto para la conservación como para el uso de los recursos fitogenéticos. Una caracterización adecuada de los rasgos agronómicos y morfológicos de los recursos fitogenéticos es necesaria para facilitar la utilización del germoplasma por parte de los mejoradores genéticos (Upadhyaya *et al.* 2008)

C. nucifera pertenece a la tribu Cocoseae, subtribu Attaleinae de la familia Arecaceae, subfamilia Arecoideae, se caracteriza por sus tallos solitarios hasta de 20 m de alto, rectos o ligeramente reclinados, hojas regularmente pinnadas, inflorescencia interfoliar con flores unisexuales y fruto uniseminado característico

principalmente por su gran tamaño (Dransfield *et al.* 2008). En *C. nucifera* 'Sri Lanka Tall', las flores pistiladas nacen en tríadas con dos flores estaminadas flanqueándolas, mientras que otras flores estaminadas, surgen en díadas florales hacia la base de la raquilla y solitarias desde la parte media hasta el ápice de la raquilla (Perera *et al.* 2010).

En un estudio molecular reciente sobre las Attaleinae, se determinó que el grupo hermano de *C. nucifera* es *Syagrus* Mart. (Meerow *et al.* 2009). El origen y domesticación del cocotero aún es desconocido; se han realizado algunos trabajos y planteado algunas teorías como la de Harries (1978), quien señaló su posible origen en la región Pacífico-Asiática y la de Gunn (2004), que planteó su origen en América del Sur. Más recientemente, Meerow *et al.* (2009) señalaron que la ancestría biogeográfica del cocotero está firmemente enraizada en Sur América. En relación a su domesticación, Gunn *et al.* (2011) determinaron que el cultivo del cocotero se desarrolló independientemente en cuencas oceánicas del Pacífico y del Indo-Atlántico.

Se han realizado algunos estudios sobre la morfología de la inflorescencia y flores en *C. nucifera* enfocados hacia la taxonomía (Menon y Pandalai 1958, Dransfield *et al.* 2008) y en Venezuela son escasos los trabajos en los que se caractericen morfológicamente las variedades nacionales de esta especie (Soto y Quijada 1995; Soto *et al.* 2003), tal como se puede encontrar para otros países (Ohler 1984, Zizumbo *et al.* 1993, Zizumbo y Piñero 1998).

En áreas productoras cercanas a Irapa (estado Sucre), se ha desarrollado espontáneamente un morfotipo que se ha nombrado corozo (E. Soto com. pers.), que representa un recurso genético del cocotero con características en la arquitectura de la inflorescencia diferentes a las que se desarrollan normalmente en 'Alto Criollo'. Las características de «corozo» se traducen en una mayor producción de frutos por planta, lo que hace que sea un material potencialmente deseable para su propagación y cultivo (Soto *et al.* 2005). Debido a la importancia económica del cocotero, así como su relevancia social en Venezuela por ser parte de la economía de pequeños productores, en este trabajo se realizó un estudio de la morfología de la inflorescencia, flor femenina y masculina del morfotipo corozo, comparándolo con uno de los cultivares comunes en el país, con el fin de establecer diferencias, inferir posibles relaciones entre estas características y la productividad en este cultivo, así como también contribuir a futuras evaluaciones para el uso del mismo como un nuevo recurso fitogenético.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se extrajeron dos inflorescencias de *Cocos nucifera* de un individuo de «corozo» cultivado en el Campo Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Irapa (Sucre). El material adulto del «corozo» que se encuentra en Irapa es escaso, por lo que fue posible encontrar en floración únicamente a un individuo. También se colectó material de dos individuos de 'Alto Criollo' en el banco de germoplasma de coco del Campo Experimental del INIA, Maracay (Aragua). Estos especímenes se encuentran en el herbario Víctor Manuel Badillo (MY) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Maracay.

Para el análisis de las flores, se realizaron disecciones bajo un microscopio estereoscópico y para cada parámetro medido en las flores se tomó el promedio de 10 a 30 repeticiones (dependiendo de la disponibilidad de las mismas). Las flores analizadas se muestrearon a lo largo de la porción distal, central y proximal de la inflorescencia. Se tomaron fotografías utilizando una cámara adaptada al microscopio estereoscópico. No se realizó la descripción del pedúnculo, prófalo y brácteas pedunculares debido a que no fue posible coleccionar estas estructuras.

Para la cuantificación del polen se utilizó la metodología de conteo de estructuras indicada por Peña y Saralegui (1982), utilizando la cámara de Neubauer, extrayéndose los granos de polen de una antera, colocándolos en aproximadamente 5 ml de agua destilada. Se calculó el número de granos de polen por estambre, por flor y se realizó un conteo de los granos amorfos y de menor tamaño que el promedio. Se realizó el cálculo del Coeficiente de Variación (CV) para cada una de las variables con el fin de observar el grado de dispersión de las medidas con respecto a la media y la precisión de las mismas.

RESULTADOS

«COROZO». MORFOLOGÍA DE LA INFLORESCENCIA Y DE LAS FLORES

Inflorescencia (Tabla I) compuesta por un eje principal engrosado (raquis), ramificado hasta primer grado (raquillas). Raquillas con una longitud de 27,40 cm, 129 flores masculinas, 56 flores femeninas y 31 flores bisexuales por raquilla (Fig. 1A). Flores masculinas (Tabla II) dispuestas a lo largo de las raquillas, más frecuentes hacia la porción apical (Fig. 1A). Hacia la porción basal forman díadas de una flor masculina y una femenina. Dichas flores presentan forma ovoide o deltoide, de 1 cm de longitud y 0,45 cm de diámetro (Fig. 1B). Perianto

con tres sépalos, rígidos, de consistencia coriácea, forma triangular, convexos, de 0,14 cm de ancho. Tres pétalos de 0,39 cm de ancho, rígidos y de consistencia coriácea, con forma elíptica u ovada, convexos. Prefloración de la corola valvada. Androceo con seis estambres en un solo verticilo, filamentos engrosados, estrechándose ligeramente hacia el ápice. Anteras ditecas, con dehiscencia longitudinal introrsa, dorsifijas (Fig. 1C), abundantes granos de polen presentes (Tabla IV). Pistilodio ovoide, con tres, a veces cuatro proyecciones cónicas, alargadas (Fig. 1D). Flores femeninas (Tabla II) abundantes en la inflorescencia; dispuestas en la porción basal - media y en menor proporción en la parte apical de las raquillas, formando díadas con una flor masculina (Fig. 1A), asimétricas, globosas, ligeramente achatadas hacia los lados, de 1,36 cm de longitud y 1,29 cm de diámetro (Fig. 1E). Presentan tres brácteas pequeñas antes de los sépalos. Perianto con tres sépalos de 1,24 cm de ancho, imbricados, engrosados hacia la base, coriáceos y tres pétalos de 0,98 cm de ancho, forma irregular, valvado-imbricados (Fig. 1F). Anillo estaminodial rodeando al gineceo, delgado, membranoso, más oscuro en la base, hacia la porción apical con pequeños lóbulos. Gineceo subgloboso, con tres lóbulos, uno de los cuales es más voluminoso. Superficie lisa con puntuaciones blancas hacia el ápice (Fig. 1G). Estigma no diferenciable del ovario, observándose una región estigmática con tres hendiduras.

Flores bisexuales de tamaños variables, con androceo y gineceo menos desarrollados que los de las flores masculinas y femeninas; no obstante, pudieran ser funcionales. Flores ovoides (Fig. 1H). Se encuentran a lo largo de las raquillas, son más frecuentes hacia el extremo proximal de las mismas y alternan con las flores femeninas. Perianto con tres sépalos imbricados, de apariencia similar a los de las flores masculinas, pero más grandes. Las flores más grandes presentan tres sépalos de tamaños muy diferentes, el más externo endurecido, el segundo y el tercero mucho más grandes y de consistencia más suave y pétalos similares a los de las flores masculinas pero de tamaño mayor, imbricados, las flores de mayor tamaño presentan pétalos de forma irregular, el más externo más grande y suave que los otros dos (Fig. 1J). Androceo con seis estambres en un solo verticilo, en las flores más grandes, se encuentran tres muy poco desarrollados, dispuestos en un tubo o anillo formado por la unión de la base de los filamentos (Fig. 1K). Anteras adosadas a las depresiones del gineceo, con forma sagitada, delgadas, filamentos muy finos membranosos y granos de polen poco abundantes (Tabla III). Gineceo globoso, con superficie estriada y depresiones alargadas longitudinalmente, trilobado, con uno de los lóbulos más pronunciado (Fig. 1I).

‘ALTO CRIOLLO’. MORFOLOGÍA DE LA INFLORESCENCIA Y DE LAS FLORES

Inflorescencia (Tabla I) con raquillas de 30,23 cm de longitud, con un promedio de 142 flores masculinas y 0,33 flores femeninas, es decir, sólo en algunos casos se encuentra una flor femenina en cada raquilla, constituyendo esto un 0,7% de flores femeninas por raquilla (Fig. 2A). Flores masculinas (Tabla III) dispuestas a lo largo de las raquillas, formando tríadas con las flores femeninas en el área basal y media de la misma, a partir de la porción media se encuentran sólo flores masculinas muy abundantes, a veces formando díadas. Estas flores son subsésiles, ovoides o deltoides, de 1 cm de longitud y 0,45 cm de diámetro (Fig. 2B). Perianto con tres sépalos con 0,17 cm de ancho, rígidos, de consistencia coriácea, forma triangular, convexos y tres pétalos de 0,32 cm de ancho, también rígidos y de consistencia coriácea, de forma elíptica u ovada, convexos. Prefloración de la corola valvada. Androceo con seis estambres en un solo verticilo, filamentos engrosados estrechándose ligeramente hacia el ápice. Anteras ditecas, con dehiscencia longitudinal introrsa (Fig. 2C), dorsifijas, con granos de polen abundantes (Tabla IV). Pistilodio ovoide, con tres proyecciones cónicas alargadas (Fig. 2D). Flores femeninas (Tabla III) dispuestas en la porción basal (Fig. 2A), a veces en la porción media de las raquillas, poco frecuentes, formando tríadas con dos flores masculinas. Flores subsésiles, asimétricas, globosas, ligeramente achatadas en el ápice, de 1,97 cm de longitud y 2,37 cm de diámetro (Fig. 2E). Presentan tres brácteas pequeñas antes de los sépalos. Perianto con tres sépalos coriáceos, engrosados hacia la base, de 2,28 cm de ancho (Fig. 2F), el más externo de mayor tamaño que los dos restantes, el más interno ligeramente más pequeño que el intermedio y tres pétalos coriáceos, más delgados, ligeramente más pequeños y frágiles que los sépalos (Fig. 2F), el más externo más grande que los otros dos, con un ancho de 1,54 cm. Piezas convexas, ligeramente redondeadas, con ápice ligeramente agudo. Prefloración de sépalos y pétalos imbricada. En flor antética, los sépalos y pétalos cubren al gineceo, excepto en el área estigmática. Anillo estaminodial rodeando al gineceo, delgado, angosto, membranoso, más oscuro hacia la base, en la porción apical sin lóbulos (Fig. 2F). Gineceo subgloboso, con tres lóbulos, uno de los cuales es más voluminoso. Superficie lisa con puntuaciones blancas hacia el ápice (Fig. 2E). El estigma no se diferencia del ovario.

Tabla I. Morfología cuantitativa de la inflorescencia de *C. nucifera* morfotipo corozo y 'Alto Criollo'

		Promedio	CV
Corozo	Longitud raquillas (cm)	27,40 cm	0,01
	Flores masc/raquilla	129	0,01
	Flores fem/raquilla	56	0,03
	Flores bisex/raquilla	31	0,07
'Alto Criollo'	Longitud raquillas	30,23 cm	0,14
	Flores masc/raquilla	142	0,23
	Flores fem/raquilla	0,33	1,46

CV: coeficiente de variación; masc: masculinas; fem: femeninas

Tabla II. Morfología cuantitativa de las flores de *C. nucifera* morfotipo corozo.

Flores masculinas (cm)	Promedio	CV	Flores femeninas (cm)	Promedio	CV
Longitud	1	0,1	Longitud	1,36	0,12
Diámetro	0,45	0,19	Diámetro	1,29	0,14
Ancho sépalos	0,14	0,25	Ancho sépalos	1,24	0,15
Ancho pétalos	0,39	0,15	Ancho pétalos	0,98	0,09
			Diámetro gineceo	0,93	0,14
			Longitud gineceo	0,81	0,19

CV: coeficiente de variación

Tabla III. Morfología cuantitativa de las flores de *C. nucifera* ‘Alto Criollo’

Flores masculinas (cm)	Promedio	CV	Flores femeninas (cm)	Promedio	CV
Longitud	1	0,26	Longitud	1,97	0,03
Diámetro	0,45	0,13	Diámetro	2,37	0,07
Ancho sépalos	0,17	0,2	Ancho sépalos	2,28	0,07
Ancho pétalos	0,32	0,21	Ancho pétalos	1,54	0,1
			Diámetro gineceo	1,50	0,05
			Longitud gineceo	1,36	0,07

CV: coeficiente de variación

Tabla IV. Cuantificación de los granos de polen (promedios) en *C. nucifera* morfotipo corozo y ‘Alto Criollo’

		Flor masculina	CV	Flor bisexual	CV
Corozo	Polen normal	213.000	0,56	50.250	0,80
	Polen amorfo	7.100	0,40	9.917	1,01
‘Alto Criollo’	Polen normal	110.600	0,57	—	—
	Polen amorfo	5.900	1,18	—	—

CV: coeficiente de variación

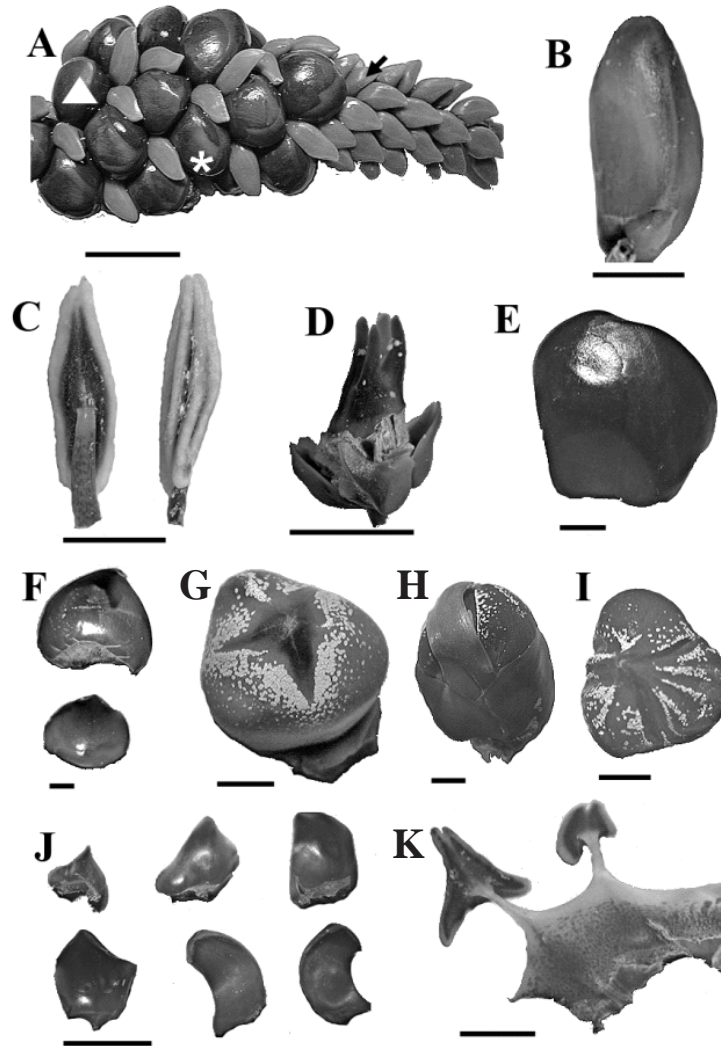


Fig. 1. *C. nucifera* morfotipo corozo. A. Ápice de una raquilla. B. Flor masculina. C. Antera de flor masculina. D. Pistilodio. E. Flor femenina. F. Sépalo (arriba) y pétalo (abajo) de flor femenina. G. Gineceo flor femenina. H. Flor bisexual. I. Gineceo de flor bisexual. J. Sépalos (arriba) y pétalos (abajo) en flor bisexual. K. Anteras de flor bisexual. Triángulo blanco: flor femenina, asterisco blanco: flor bisexual, flecha negra: flor masculina. Escalas = 2 cm (A), 3 mm (B-I, J), 1 cm (J).

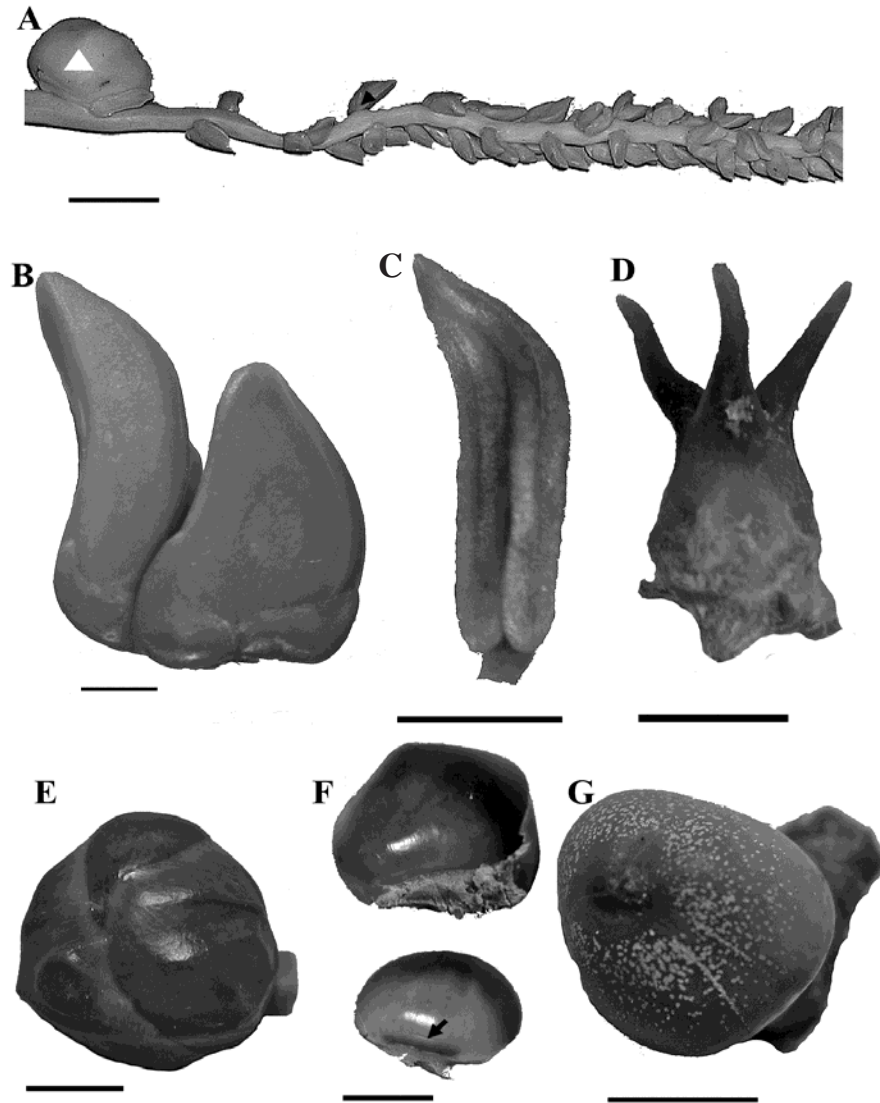


Fig 2. *C. nucifera* 'Alto Criollo'. A. Raquilla. B. Flores masculinas. C. Antera. D. Pistilodio. E. Flor femenina. F. Detalle de sépalo (arriba) y pétalo (abajo). La flecha señala parte del anillo estaminodial en la base adaxial del pétalo. G. Gineceo. Triángulo blanco: flor femenina, triángulo negro: flor masculina. Escalas = 2 cm (A), 2 mm (B, C, D), 1 cm (E, F, G).

DISCUSIÓN

El morfotipo corozo presenta menor cantidad de flores masculinas que 'Alto Criollo' y mayor cantidad de flores femeninas; en ambos casos las masculinas se encuentran en mayor abundancia hacia el ápice de las raquillas y las femeninas hacia la base. En 'Alto Criollo' forman tríadas de dos flores masculinas y una femenina en el centro, tal como lo señalan Stauffer (2000), Dransfield *et al.* (2008) y Perera *et al.* (2010). En «corozo» forman díadas de flor femenina - masculina hacia la base de la raquilla. En este material se encontró un tipo de flor que no se ha observado en 'Alto Criollo', el cual se ha llamado bisexual por presentar androceo y gineceo; no obstante, la condición de fertilidad de este tipo de flores debe ser confirmada. Ohler (1984) reportó la ocurrencia de flores hermafroditas o bisexuales en inflorescencias de *Cocos*, con un porcentaje de al menos una en el 27% de las inflorescencias, señalando además que el polen de estas flores podría interferir con los programas de mejoramiento.

La inflorescencia y flores de *Cocos nucifera* 'Alto Criollo' presentaron las características típicas para la especie indicadas por Dransfield *et al.* (2008), a excepción de un pequeño pedicelo encontrado tanto en las flores masculinas como femeninas, por lo que se pueden considerar subsésiles. En «corozo», la inflorescencia y las flores evidenciaron variaciones respecto a las características típicas descritas por Dransfield *et al.* (2008), en la cantidad de flores femeninas presentes, su distribución, tamaño y consistencia. John y Narayana (1949), citados por Ohler (1984), reconocieron un cultivar que llamaron «spicata», que presenta únicamente flores femeninas en toda la inflorescencia o con muy pocas flores masculinas, el cual se diferencia de la del morfotipo corozo en que ésta última no es ramificada o es muy poco ramificada, además que tiene gran cantidad de flores masculinas.

Según lo observado en la morfología del polen y su conteo, se determinó que las anteras de la flor masculina del morfotipo corozo presentan casi el doble de la cantidad de polen que presenta 'Alto Criollo' y casi cuatro veces más polen que la flor bisexual. Estas flores presentan un porcentaje mayor de polen amorfo que las flores masculinas de ambos materiales, indicando esto su posible menor fertilidad masculina, como lo señalan Nair y Sharma (1963) para esta especie. En relación a las flores masculinas de ambos materiales, presentaron las mismas características morfológicas.

Desde el punto de vista morfológico, las flores femeninas son similares en ambos materiales; sin embargo, las del morfotipo corozo se diferencian de las del 'Alto Criollo' en que son de tamaño menor, el perianto tiene piezas más pequeñas y

muy similares entre si y el anillo estaminodial presenta proyecciones agudas. A pesar de la esterilidad de las flores bisexuales en «corozo», la cantidad de flores femeninas encontradas es superior a 'Alto Criollo', lo cual se traduce en mayor cantidad de frutos por planta, tal como lo indicaron Soto *et al.* (2005). Además, la mayor cantidad de granos de polen que presenta «corozo» le pueden suponer una ventaja para la polinización anemófila.

A pesar de haber sido realizado con una muestra poco representativa por motivos de disponibilidad, este trabajo es una contribución a la caracterización morfológica floral de un morfotipo del cocotero y aporta información detallada de un cultivar de amplio uso en el país, como lo es el 'Alto Criollo'. Por otra parte, se hacen necesarias evaluaciones morfológicas más detalladas y reproducir una mayor cantidad de individuos, a fin de determinar si este morfotipo constituye un nuevo cultivar de la especie.

CONCLUSIONES

- La inflorescencia y flores de 'Alto Criollo' presentan las características típicas descritas para la especie.
- La inflorescencia del morfotipo corozo muestra características atípicas para la especie, tales como: mayor cantidad de flores femeninas por raquilla, distribución de las mismas a lo largo de toda la raquilla y conformación de díadas de una flor femenina-una masculina hacia la base de las raquillas, así como la presencia de flores bisexuales.
- Ambos materiales genéticos presentan flores subsésiles.
- Las flores masculinas de ambos materiales son similares desde el punto de vista morfológico.
- Las flores del morfotipo corozo presentan algunas diferencias con lo reportado para la especie: flores femeninas de tamaño menor y consistencia más delicada, presencia de flores con estructura bisexual, menor cantidad de flores masculinas, pero con mayor cantidad de polen.
- Con relación al conteo y estudio morfológico del polen, se encontró que las flores masculinas de «corozo» presentan casi el doble de la cantidad de polen que 'Alto Criollo', casi el cuádruple de la cantidad de polen en las flores bisexuales y que estas flores tienen un alto porcentaje de polen amorfo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al personal del Campo Experimental del INIA en Irapa, estado Sucre por su ayuda para obtener el material vegetal estudiado. La primera autora agradece al CDCH por el financiamiento N°: PI 01-00-5781-2005.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastidas, M., L. Buelvas, M. Márquez y K. Rodríguez. 2010. Producción de carbón activado a partir de precursores carbonosos del departamento del Cesar, Colombia. *Información Tecnológica* 21: 87-96.
- Dransfield, J., N. Uhl, C. Asmussen, W. Baker, M. Harley and C. Lewis. 2008. *Genera Palmarum*. Second Edition. Kew Publishing. UK. 732 p.
- FAOSTAT. (27 de Febrero de 2012). FAOSTAT Agriculture Data. FAO, Rome, Italy [on line]. <http://faostat.fao.org>.
- Gunn, B.F. 2004. The phylogeny of the Cocoeae (Arecaceae) with emphasis on *Cocos nucifera*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 91: 505-522.
- Gunn, B.F., L. Baudouin and K.M. Olsen. 2011. Independent origins of cultivated coconut (*Cocos nucifera* L.) in the Old World Tropics. *PLoS ONE* 6(6): e21143. doi:10.1371/journal.pone.0021143.
- Harries, H. 1978. The evolution, dissemination and classification of *Cocos nucifera* L. *Bot. R.* 44: 265-320.
- Laine, J. 1998. La caña de azúcar y la palma de coco: Fuentes de investigación y desarrollo para el mejoramiento ambiental. *Interciencia* 2: 113-116.
- Meerow A.W., L. Noblick, J. W. Borrone, T.L.P. Couvreur, M. Mauro-Herrera, W.J. Hahn, D.N. Kuhn, K. Nakamura, N.H. Oleas and R.J. Schnell. 2009. Phylogenetic analysis of seven WRKY genes across the palm subtribe Attaleinae (Arecaceae) identifies *Syagrus* as sister group of the coconut. *PLoS ONE* 4(10): e7353. doi:10.1371/journal.pone.0007353
- Menon, K. and K. Pandalai. 1958. The coconut palm. A monograph. Indian Central Coconut Committee. Ernakulam, India. 384 p.
- Nair, P. and M. Sharma. 1963. Pollen grains of *Cocos nucifera* L. *Grana Palynol.* 4:373-379.

- Ohler, J. G. 1984. Coconut, tree of life. Pant production and protection. Paper 57. FAO. Roma, Italy. 347 p.
- Peña, E. y H. Saralegui. 1982. Técnicas de anatomía vegetal. Universidad de La Habana. La Habana, Cuba. 99 p.
- Perera, P.I.P., V. Hocher, L.K. Weerakoon, D.M.D. Yakandawala, S.C. Fernando, J.-L. Verdeil. 2010. Early inflorescence and floral development in *Cocos nucifera* L. (Arecaceae: Arecoideae). S. Afr J Bot. 76: 482-492.
- Rosengarten, F. 1986. Coconut. Principes 30: 47-62.
- Soto, E. 2000. El cultivo del cocotero, producción e importancia. Fonaiap Divulga. 68: 34-37.
- _____, O. Quijada. 1995. Primeras evaluaciones de cultivares híbridos de cocotero *Cocos nucifera* L. en Venezuela. Agron. Trop. 45: 539-550.
- _____, A. Díaz, A. Ruiz y A. Malavé. 2000. Cruces entre cocoteros altos y enanos: un paso adelante. Fonaiap Divulga 67: 38-40.
- _____, E. Arnal, R. Romero y F. Ramos. 2003. Características agronómicas y productivas de progenies de cocotero alto por enano, Falcón-Venezuela. Agron. Trop. 53: 17-31.
- _____, A. Malavé, M. Pérez, R. Romero y A. Ruíz. 2005. Recursos fitogenéticos de *Cocos nucifera* L. en Venezuela. XVI Congreso Venezolano de Botánica, Universidad de Oriente. Maturín, Venezuela.
- Stauffer, F. 2000. Tratamiento sistemático. In: Fred Stauffer (Ed.). Contribución al estudio de las palmas (Arecaceae) del estado Amazonas. Sci. Guianae. 10: 35-144. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. 197 p.
- Upadhyaya, H.D., C.L.L Gowda and D.V.S.S.R. Sastry. 2008. Plant genetic resources management: collection, characterization, conservation and utilization. J. SAT Agric. Res. 6: 1-15.
- Zizumbo, D., F. Hernández and H. Harries. 1993. Coconut varieties in Mexico. Econ. Bot. 47: 65-78.
- _____ and D. Piñero. 1998. Pattern of morphological variation and diversity of *Cocos nucifera* (Arecaceae) in Mexico. Crop Sci. 46: 2509-2516.