

## ANATOMÍA FLORAL DE *COCOS NUCIFERA* L. (ARECACEAE, ARECOIDEAE)

### Floral anatomy of *Cocos nucifera* L. (Arecaceae, Arecoideae)

**Lorena GUEVARA O. y Damelis JÁUREGUI**

*Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía,  
Universidad Central de Venezuela, Apartado 4579,  
Maracay, Aragua 2101. Venezuela.  
guevaral@agr.ucv.ve, jaureguid@agr.ucv.ve*

#### RESUMEN

El cocotero (*Cocos nucifera*) es una especie monoica cuyo fruto uniseminado de gran tamaño es comercializado en toda la región tropical. Se realizó el estudio anatómico de las flores estaminadas y pistiladas con el fin de aportar información para el conocimiento de la biología floral de esta especie. El material vegetal fue fijado y deshidratado aplicándose técnicas anatómicas convencionales para su estudio. Las estructuras florales se caracterizan por presentar abundante tejido esclerenquimático, idioblastos con rafidios, cuerpos de sílice y otras sustancias; androceo con exotecio y endotecio uniestratificados; gineceo con nectarios septales intercarpelares y tres óvulos bitegmentados. Las flores de esta palma presentan un conjunto de rasgos anatómicos que favorecen su protección contra el consumo por parte de insectos u otros animales.

**Palabras clave:** Anatomía floral, Arecaceae, Arecoideae, *Cocos nucifera*, cocotero

#### ABSTRACT

Coconut (*Cocos nucifera*) is a monoic species with a large one-seeded fruit that is commercialized in all tropical regions. A study of the anatomic structure of staminate and pistillate flowers was carried out in order to complement the knowledge on the reproductive biology of this species. The plant material was fixed, dehydrated, and conventional anatomical techniques were applied. Floral structure is characterized by abundant schlerenchymatous tissue and idioblasts with raphides, silica bodies and other substances; androecium with exothecium and endothecium composed by a single layer of cells; gynoecium with intercarpellary septal nectaries and three bitegmented ovules. The flowers of this palm present a group of anatomic traits that address its protection against insects or other animal feedings.

**Key words:** Arecaceae, Arecoideae, coconut, *Cocos nucifera*, floral anatomy

#### INTRODUCCIÓN

*Cocos nucifera* L. pertenece a la tribu Cocoeae, subfamilia Arecoideae de las Arecaceae (Uhl & Dransfield 1987; Dransfield & Uhl 1998). Se caracteriza por presentar tallos de hasta 20 m de alto, solitarios, a menudo reclinados y hojas pinadas. La inflorescencia es interfoliar, de ramificación simple con una bráctea peduncular semi-leñosa; las flores son unisexuales, agrupadas en tríadas en la base

de las ramas floríferas, con una flor pistilada central y dos estaminadas laterales. El fruto es uniseminado, característico principalmente por su gran tamaño (Henderson *et al.* 1995). El origen y domesticación del coco es desconocido, sin embargo, se han planteado algunas teorías como la de Harries (1978), quien señaló su posible origen en la región Pacífico-Asiática, mientras que Gunn (2004) indicó su origen en América del Sur.

Con relación a los trabajos sobre morfología y micromorfología de estructuras reproductivas dentro de la tribu Cocoeae, Van Heel *et al.* (1987) estudiaron el desarrollo de la inflorescencia y flores de *Elaeis guineensis*, determinando el estado morfológico en el que se define el sexo de la inflorescencia y confirmando que el tipo de ramificación presente en la tríada floral se corresponde con un cincino. Kahn & Gluchy (2002) analizaron la variabilidad morfológica de las flores pistiladas de *Astrocaryum urostachys* en cuatro regiones de la amazonia ecuatoriana, encontrando que la poca variabilidad en los caracteres morfológicos florales de esta especie corroboran la utilidad de los mismos para su uso en la taxonomía de la sección Ayri de *Astrocaryum*.

Los trabajos anatómicos de las estructuras reproductivas de *C. nucifera* son escasos; entre ellos se puede mencionar el de Narayana (1937), quien reportó por primera vez los nectarios septales en las flores de coco, encontró que tanto en el gineceo de las flores pistiladas como en el pistilodio de las estaminadas estos nectarios están representados por aperturas intercarpelares que secretan un fluido azucarado. Menon & Pandalai (1958) realizaron una compilación y análisis de los trabajos llevados a cabo hasta ese momento acerca de las diferentes características vegetativas y reproductivas de *C. nucifera*, tales como estudios morfoanatómicos del desarrollo de la inflorescencia y flores, biología reproductiva, desarrollo de la micro- y macrospora, señalando entre otros aspectos, que los óvulos son anátropos y que ya se encuentran completamente desarrollados cuando la inflorescencia emerge de la espata.

Dado que *C. nucifera* es una planta de importancia económica en la mayoría de los países tropicales y que la información disponible acerca de su anatomía floral es escasa, el objetivo de este estudio es caracterizar la estructura anatómica de sus flores estaminadas y pistiladas con el fin de aportar información para futuros trabajos de investigación sobre su biología floral y reproductiva.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron flores en anthesis de un individuo de *C. nucifera* proveniente del Banco de Germoplasma de Coco en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Aragua (L. Guevara *et al.* 64, MY), y se fijaron en FAA (formaldehído:ácido acético:etanol). Para la obtención de láminas permanentes se utilizó la técnica convencional para estudios anatómicos (Johansen 1940). Se separaron los verticilos de cada una de las flores y se deshidrataron en una serie ascendente de ABT (alcohol butílico terciario). Luego las muestras fueron embebidas e incluidas en

parafina y seccionadas con un micrótopo de rotación; el espesor de los cortes osciló entre 10 y 15  $\mu\text{m}$ . Se realizó tinción doble con safranina - fast green y se efectuó el montaje en bálsamo de Canadá. Para determinar la presencia de lignina se empleó la prueba histológica de fluoroglucinol (Johansen 1940).

Las secciones obtenidas fueron observadas bajo un microscopio compuesto marca Nikon. Se registraron las características y se tomaron fotografías de los distintos tejidos con una cámara marca Evolution LC adaptada al microscopio.

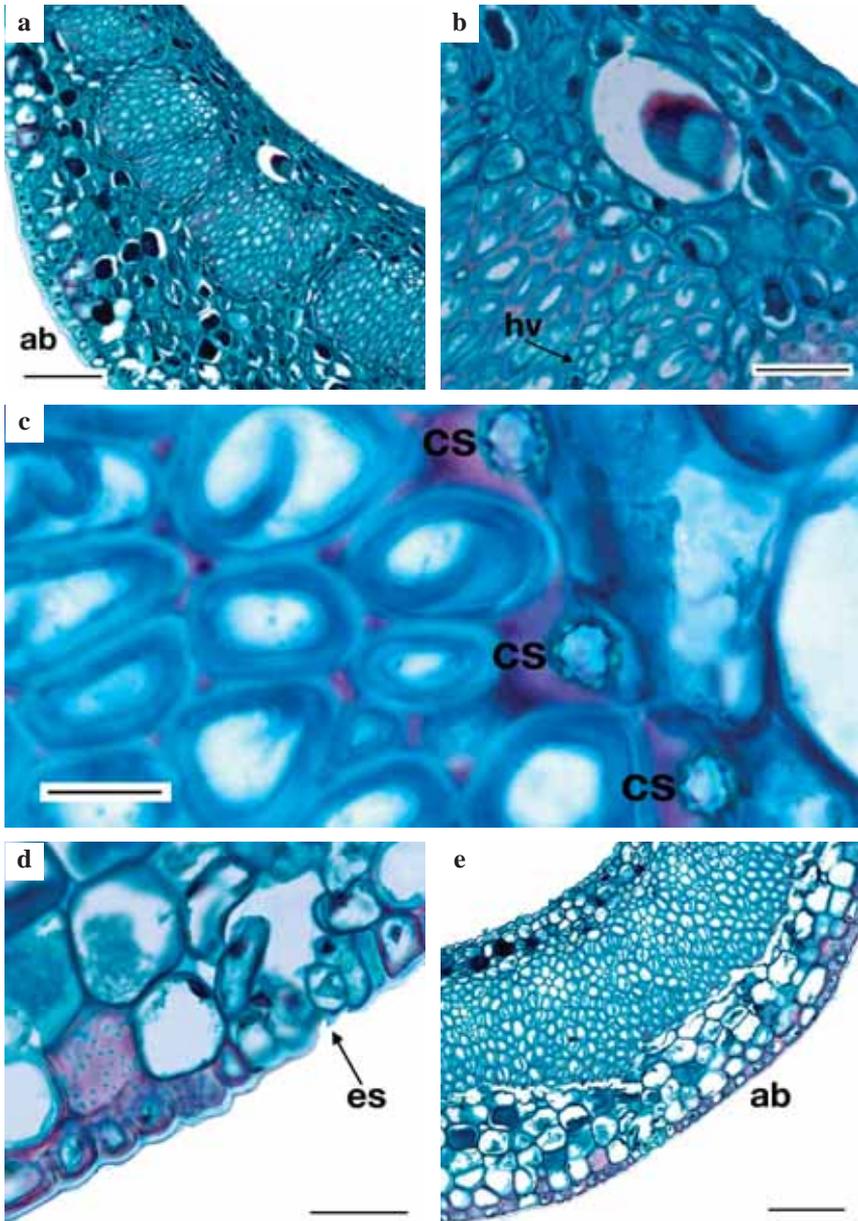
## RESULTADOS

### Anatomía floral de *Cocos nucifera*

#### 1. Flor estaminada

**Sépalos.** Epidermis abaxial uniestratificada, con células cuadrangulares, la mayoría de paredes pectocelulósicas, intercaladas con otras de paredes lignificadas. Cutícula gruesa, intrusiva hasta las paredes anticlinales. Epidermis adaxial compuesta por células de menor tamaño, rectangulares, de paredes engrosadas, con cutícula no tan engrosada como la abaxial (Fig. 1a). No se observaron células estomáticas. Mesofilo hacia la cara abaxial compuesto por 3-7 capas de células relativamente grandes, redondeadas o elípticas, pocas cuadrangulares, la mayoría con paredes engrosadas pectocelulósicas, alternando con otras de paredes lignificadas, que se encuentran sobre todo subepidérmicamente. Algunas células presentan contenido que se tiñe de azul oscuro. El mesofilo hacia la cara adaxial presenta 3-6 capas de células de menor tamaño, que alternan con células mayores. Son evidentes idioblastos con rafidios (Fig. 1b). El sépalo presenta 5-6 haces vasculares ubicados hacia la cara adaxial, formados por xilema y floema enfrentados (haz vascular colateral cerrado), rodeados por una gran cantidad de células esclerenquimáticas, sobre todo hacia la cara abaxial (Fig. 1b). Estos paquetes de tejido vascular y esclerenquimático se encuentran rodeados por células parenquimáticas pequeñas, ovaladas. Algunas de estas células y del tejido esclerenquimático presentan inclusiones de sílice, en forma de esfera espinulosa (Fig. 1c).

**Pétalos.** Epidermis abaxial constituida por células rectangulares de paredes muy engrosadas y lignificadas. Cutícula engrosada, intrusiva hasta la mitad de las paredes anticlinales. Presencia de estomas con cuernos cuticulares (Fig. 1d). Epidermis adaxial formada por células redondeadas a ovaladas, con cutícula ligeramente engrosada y ornamentada. Mesofilo compuesto por una gran banda de células esclerenquimáticas en la región central (Fig. 1e); hacia la cara abaxial se encuentran 3-4 capas de células grandes, redondeadas o cuadrangulares y hacia la adaxial se observan 3-4 capas de células ovaladas o redondeadas más pequeñas que en la cara abaxial, con contenido que se tiñe de azul oscuro, en mayor cantidad que hacia la cara abaxial (Fig. 1e). En la banda esclerenquimática central se encuentran pequeños haces vasculares ubicados hacia la cara adaxial, con mayor cantidad de floema que de xilema. En el límite de esta banda hacia la cara abaxial, se encuen-



**Fig. 1.** Sección transversal del perianto de la flor masculina de *Cocos nucifera*. **a.** Sépalo. **b.** Porción adaxial del sépalo. **c.** Detalle de mesofilo del sépalo mostrando células con cuerpos de sílice. **d.** Detalle de la epidermis abaxial del pétalo mostrando estoma. **e.** Pétalo. ab = epidermis abaxial; cs = cuerpos de sílice; es = estoma; i = idioblasto; hv = haz vascular. Escala = 100  $\mu\text{m}$  (a y c), 30  $\mu\text{m}$  (b y d), 10  $\mu\text{m}$  (e).

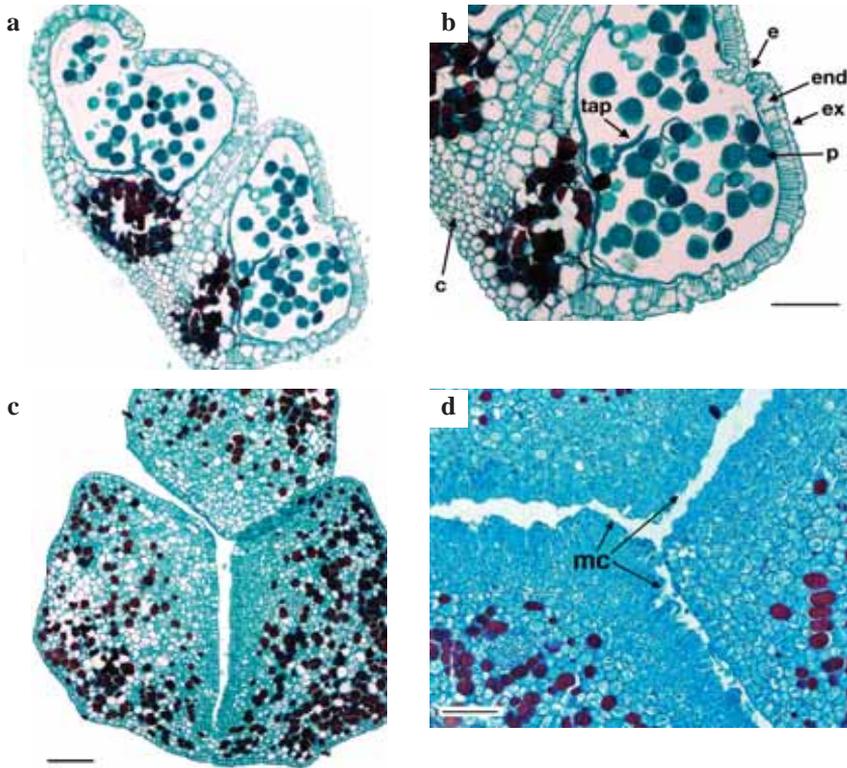
tran células de paredes lignificadas con inclusiones de sílice.

**Androceo.** Anteras con exotecio uniestratificado, formado por células rectangulares, algunas con pared externa ligeramente convexa (Fig. 2a, b). Pared celular más cutícula delgada, con ornamentaciones. No se observaron estomas. El endotecio tiene una capa de células grandes, rectangulares, con engrosamientos de las paredes en forma de barras ligeramente lignificadas dispuestas perpendicularmente a la superficie epidérmica. En el estomio se superponen los dos brazos de cada teca, cuyos bordes están compuestos por células del exotecio y del endotecio, de paredes muy delgadas que tienden a colapsar (Fig. 2b). Las tecas están revestidas internamente por remanentes del tapete, el cual se proyecta hacia el centro de la teca. Dentro de las tecas se observan abundantes granos de polen. El tejido del conectivo está formado por células de formas diversas. El conectivo presenta un haz vascular colateral cerrado con pocos vasos xilemáticos y células de contenido denso alrededor. El haz no se observa en la parte apical del conectivo. Filamento de forma triangular cerca del nivel de inserción de las anteras, epidermis uniestratificada. Seguidamente se encuentra una región relativamente amplia de células parenquimáticas redondeadas con espacios intercelulares pequeños. En la parte central se evidencia un área más densa donde se distingue un haz vascular anficribal pequeño. Tanto en el tejido conectivo como en el filamento se observaron células que se tiñen de azul o pardo-rojizo.

**Pistilodio.** En el ápice se observan tres lóbulos ovalado-redondeados (Fig. 2c), cada uno con epidermis uniestratificada de células redondeadas y paredes relativamente gruesas, las periclinales externas convexas, con cutícula engrosada y ornamentada. Subepidérmicamente, es evidente un parénquima relativamente compacto. En el centro de cada porción se observa un haz vascular con elementos xilemáticos poco diferenciados. Hacia la parte media del pistilodio, los lóbulos van engrosando y fusionando hacia la periferia, las células epidérmicas que se encuentran en el lugar donde se enfrentan los mismos (márgenes carpelares), son más alargadas anticlinalmente y de mayor tamaño que el resto de las células de la epidermis, constituyendo regiones potencialmente secretoras de néctar (Fig. 2d). Hacia la porción basal del pistilodio las células epidérmicas de los márgenes carpelares presentan paredes celulares muy delgadas. El pistilodio en esta región está compuesto por parénquima de células con menor tamaño y mayor cantidad de inclusiones que se tiñen de pardo. En toda la sección se localizan haces vasculares de diferente complejidad, unos anficribales y otros constituidos sólo por tejido floemático.

## 2. Flor pistilada

**Sépalos.** Epidermis abaxial conformada por células rectangulares, con el eje mayor orientado anticlinalmente, de paredes pectocelulósicas engrosadas, sobre todo las anticlinales y las periclinales externas. Cutícula muy engrosada, intrusiva hasta más de la mitad de las paredes anticlinales (Fig. 3a). Epidermis adaxial formada por células rectangulares con su eje mayor orientado periclinal-

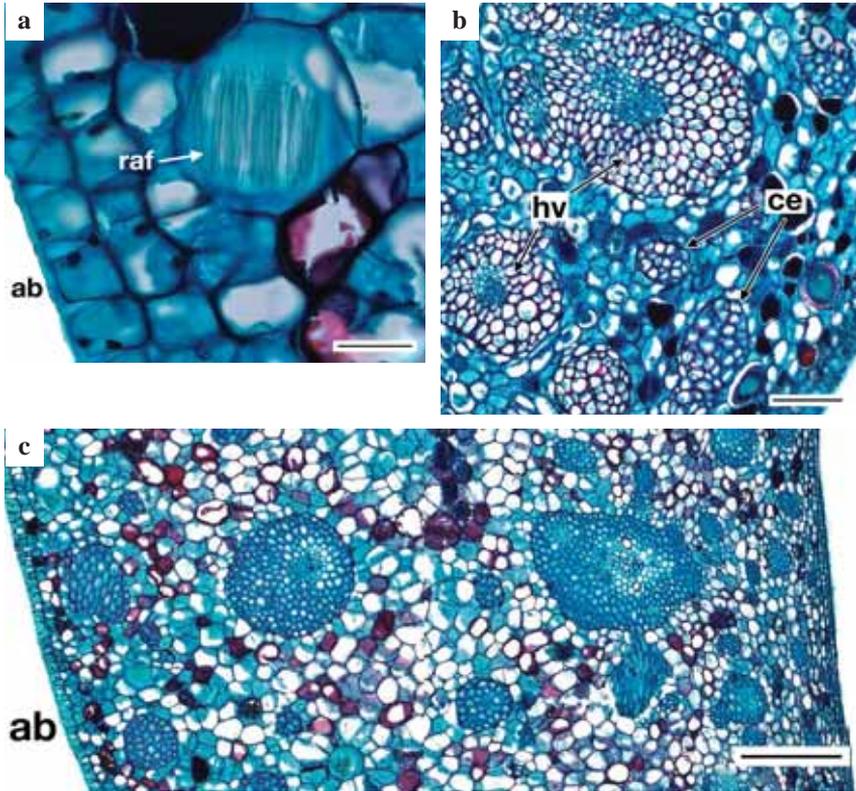


**Fig. 2.** Sección transversal de la antera y el pistilodio de *Cocos nucifera*. **a.** Vista general de la antera. **b.** Detalle de una de las tecas. **c.** Porción apical del pistilodio. **d.** Detalle de los márgenes carpelares en la porción media del pistilodio. c = conectivo; e = estomio; end = endotecio; ex = exotecio; mc = margen carpelar; p = polen; tap = tapete. Escala = 150  $\mu\text{m}$  (a-c), 100  $\mu\text{m}$  (b y d).

mente, de menor tamaño que las de la epidermis abaxial y pared externa más cutícula delgada. Mesofilo compuesto por células parenquimáticas grandes, redondeado-ovaladas, de paredes relativamente gruesas. Hacia la cara adaxial, las células del mesofilo son más pequeñas que hacia la cara abaxial. Algunas células presentan inclusiones densas que se tiñen de azul oscuro e idioblastos con rafidios ubicados principalmente hacia la epidermis abaxial (Fig. 3a, b). Haces vasculares anficribales, de diversos tamaños, dispersos en el mesofilo y rodeados por gran cantidad de células esclerenquimáticas de paredes celulares muy engrosadas (Fig. 3b).

**Pétalos.** Arreglo histológico similar al de los sépalos pero con mayor cantidad de haces vasculares en el mesofilo (Fig. 3c).

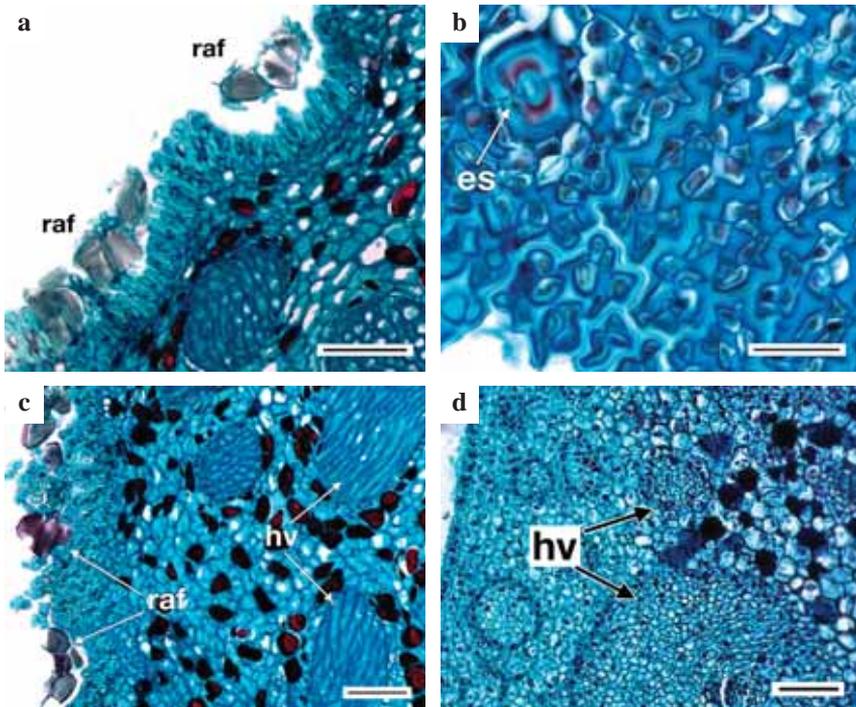
**Anillo estaminodial.** Estructura anatómica sencilla. Ambas epidermis están formadas por células cuadrangulares y/o rectangulares, con paredes relati-



**Fig. 3.** Sección transversal del perianto de la flor femenina de *Cocos nucifera*. **a.** Sépalo, detalle de la región abaxial, nótese epidermis e idioblasto con rafidios en el mesofilo. **b.** Sépalo. **c.** Detalle del mesofilo del pétalo. ab = epidermis abaxial; ce = cordón esclerenquimático; hv = haz vascular; raf = célula con rafidio. Escala = 100  $\mu\text{m}$  (a y c), 30  $\mu\text{m}$  (b).

vamente gruesas. Mesofilo compuesto por unas 12-13 capas de células parenquimáticas, grandes y redondeadas, con espacios intercelulares pequeños. Gran cantidad de células con inclusiones, que se tiñen de pardo. No se observaron estomas ni tejido vascular.

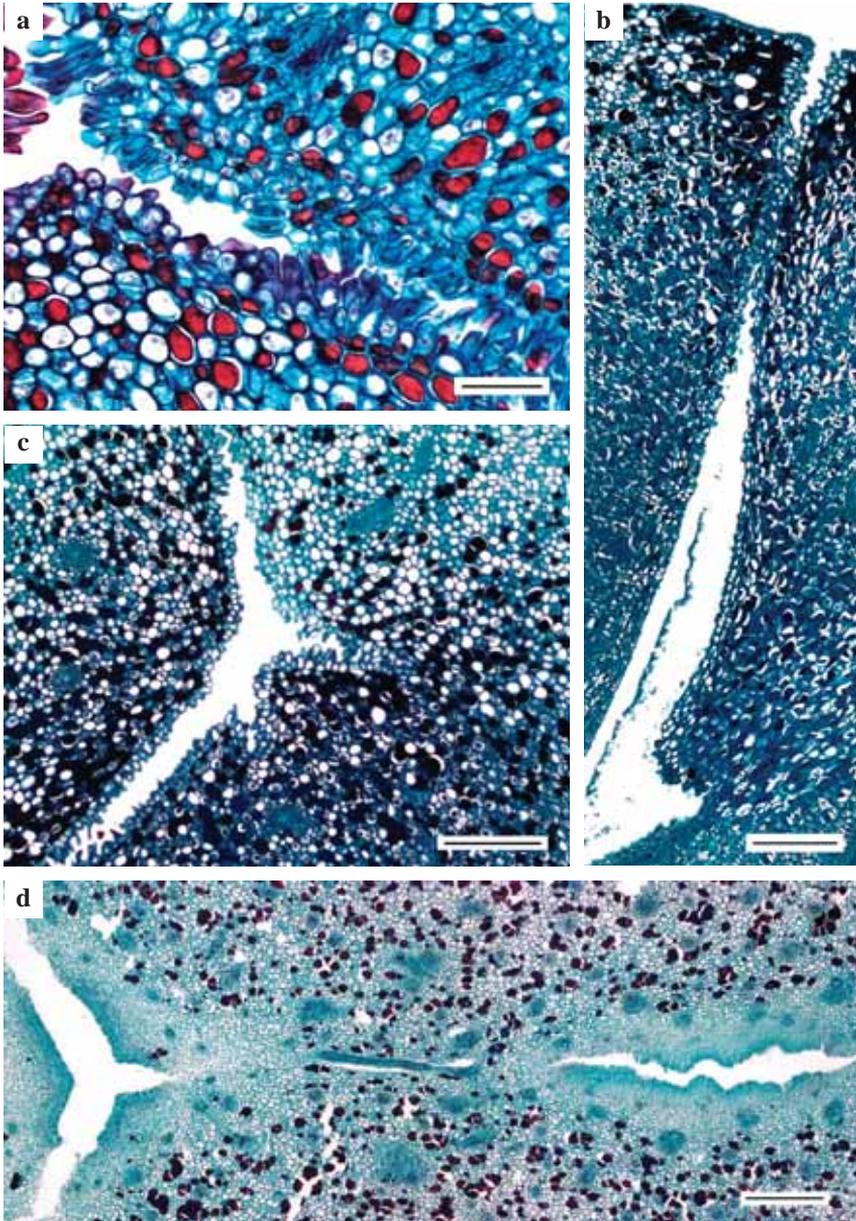
**Gineceo.** La epidermis está conformada por células de tamaños diferentes, alargadas en el plano anticlinal, con paredes gruesas y cutícula muy engrosada sobre todo hacia la zona estigmática (Fig. 4a, b). Hacia la base del gineceo, las células epidérmicas disminuyen su longitud gradualmente hasta que son cuadrangulares (Fig. 4d). La epidermis presenta depresiones en su nivel general dentro de las que se encuentran células aparentemente sueltas, las cuales contienen paquetes de rafidios (Fig. 4 a, c). Seguidamente se observa una matriz de parénquima cuyas células redondeadas poseen inclusiones diversas (Fig. 4 a, c, d). Hacia el ápice, las células de este tejido son más grandes, de paredes más gruesas y con mayor canti-



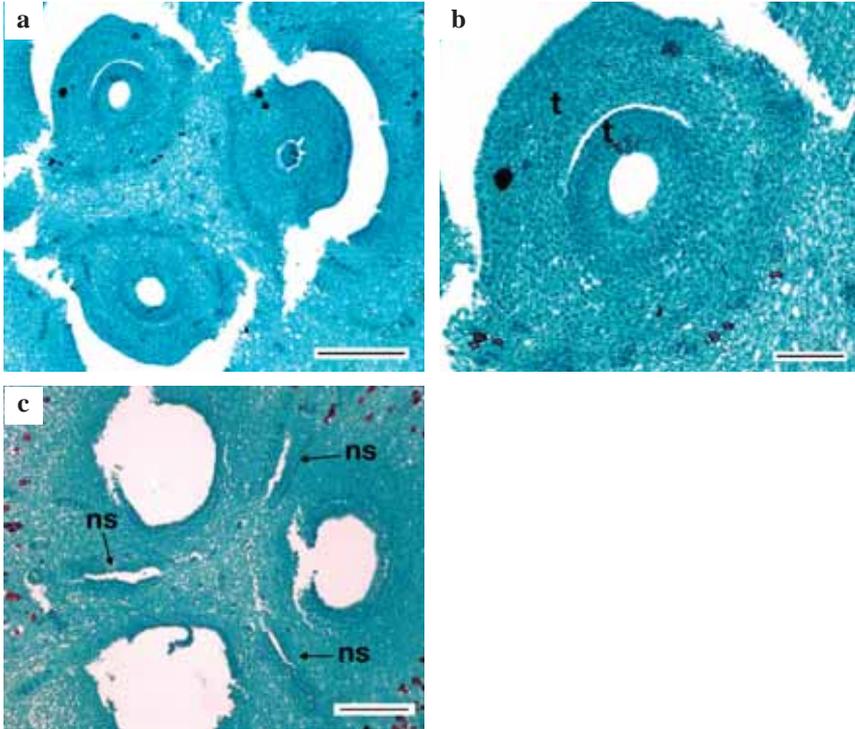
**Fig. 4.** Gineceo de *Cocos nucifera*. **a.** Vista en sección longitudinal de porción apical del gineceo. **b.** Vista paradérmica de la porción apical. **c.** Vista en sección transversal de la porción apical. **d.** Vista en sección transversal hacia la porción basal del gineceo. es = estoma; hv = haz vascular; raf = célula con rafidios. Escala = 100  $\mu\text{m}$  (a y b), 300  $\mu\text{m}$  (c), 50  $\mu\text{m}$  (d).

dad de inclusiones (Fig. 4 a, b); en la base son de menor tamaño con paredes más delgadas y menor cantidad de inclusiones (Fig. 4 d). Las áreas secretoras de los nectarios septales se pueden apreciar desde la superficie del gineceo cercana al ápice hasta la base de los lóculos (Fig. 5d, 6d). Los haces vasculares y cordones esclerenquimáticos se encuentran dispersos en la matriz de parénquima. Cerca del estigma, estos haces vasculares se aprecian en diferentes planos de orientación (Fig. 4c). Hacia la base, los haces vasculares son paralelos al eje longitudinal y de menor complejidad; los cordones esclerenquimáticos poseen menor cantidad de células y sus paredes son más delgadas que hacia la parte apical del gineceo (Fig. 4c, d). Tanto los haces vasculares como los paquetes de fibras presentan una vaina parenquimática de células con cuerpos de sílice esféricos y espinulosos.

**Estigma y estilo.** Están representados por un canal trirradiado donde no se distingue claramente el límite entre el canal estigmático y el estilar. Los mismos se encuentran unidos al resto de los tejidos del gineceo (Fig. 5a, b, c). La epidermis interna del canal estigmático-estilar está compuesta por tricomas papilosos y



**Fig. 5.** Gineceo de *Cocos nucifera*. **a.** Sección transversal del área estigmática. **b.** Vista general del canal estigmático-estilar en sección longitudinal. **c.** Canal estigmático-estilar cerca del ápice del gineceo en sección transversal. **d.** Canal estigmático-estilar hacia el ápice del ovario en sección transversal, mostrando nectario septal. ns = nectario septal. Escala = 300  $\mu\text{m}$  (a, c y d), 100  $\mu\text{m}$  (b).



**Fig. 6.** Ovario de *Cocos nucifera* a nivel de los lóculos. **a.** Vista del tabique central con los tres óvulos en sección transversal. **b.** Detalle de un óvulo en sección transversal, mostrando tegumentos. **c.** Sección transversal del área locular basal, mostrando los tres nectarios septales intercarpelares. ns = nectario septal; t = tegumentos. Escala = 300  $\mu\text{m}$  (a y c), 100  $\mu\text{m}$  (b).

bi-tricelulares. Apicalmente, los tricomas se encuentran en mayor cantidad hacia el área central de los tres lóbulos y las paredes celulares en esta región son gruesas (Fig. 5a, c). Al recorrer basípetamente el canal estigmático-estilar se observa que el tamaño de los tricomas disminuye (Fig. 5b, c); en las adyacencias a los lóculos las células son cuadrangulares con pared externa ligeramente convexa. Cerca del ovario las células del canal estigmático-estilar tienen paredes muy delgadas, al igual que la pared externa más cutícula. El tejido adyacente al anterior está conformado por 10 a 12 capas de células que se distinguen del resto porque son más pequeñas, rectangulares, de paredes celulares más o menos rectas y engrosadas, y ordenadas más o menos en filas longitudinales.

**Ovario.** Se encuentra ubicado en la parte basal del gineceo, con tres lóculos pequeños, separados por tejido central parenquimático de conformación más o menos triangular, compacto, con células de paredes delgadas (Fig. 5d, 6). Alternando con los lóculos se observan los nectarios septales (Fig. 6c). La epidermis

interna de los carpelos está formada por células rectangulares, alargadas en sentido periclinal, de paredes ligeramente más gruesas que las del parénquima aledaño. Se observan tres óvulos pequeños en la base del ovario, similares entre sí en forma y tamaño (Fig. 6a). Los tres óvulos son redondeados en sección transversal, bitegmentados y se encuentran unidos en más de la mitad de su estructura al tabique central del ovario (Fig. 6a, b). En sección longitudinal, los óvulos se observan de forma más o menos triangular con la parte posterior completamente unida al tabique central.

## DISCUSIÓN

La estructura anatómica de los componentes del perianto de las flores de *Cocos nucifera* se caracteriza por la presencia de gran cantidad de tejido esclerenquimático, paredes celulares engrosadas y células con inclusiones de rafidios, cuerpos de sílice y otras sustancias. Los elementos del perianto en las flores estaminadas son de menor grosor y tienen mayor cantidad de esclerenquima que los de las flores pistiladas, como se ha señalado en *Dypsis* (Rudall *et al.* 2003).

El conectivo y parte de la antera, al igual que el pistilodio, presentan regiones amplias con células de contenido que se tiñe de pardo-rojizo, lo cual puede indicar presencia de taninos. Tomlinson (1961) indicó que las células taníferas en órganos vegetativos se observan como deposiciones pardas que pueden ser homogéneas o granulares, y Rudall *et al.* (2003) encontraron en *Dypsis* que tanto el conectivo de las anteras como el pistilodio en las flores estaminadas son densamente taníferos. Henderson & Rodríguez (1999) reportaron abundantes células con rafidios en las anteras de *C. nucifera*; sin embargo, en las anteras estudiadas no se evidenciaron tales células.

El gineceo con estilo y estigma representados por un canal trirrariado es similar al descrito por Uhl & Moore (1971) para *Bactris* sp. y *Butia capitata*. La epidermis de este canal está conformada por papilas y tricomas bi-tricelulares, disminuyendo en tamaño hacia la base. Las características del ovario trilocular y con tres óvulos pequeños basales encontradas, coinciden con las señaladas para las palmas de la tribu Cocoeae por Uhl & Moore (1971), quienes indicaron además, que los óvulos en este grupo son reducidos en estructura y cantidad de tejido vascular. Los óvulos de *C. nucifera* mostraron dos tegumentos, los cuales pudieron ser apreciados en sección transversal. Uhl & Dransfield (1987) observaron dos tegumentos en óvulos de especies de la tribu Cocoeae, indicando que la fusión de los mismos varía entre especies de esta tribu. En este trabajo no fue posible observar el tipo de óvulo; no obstante, para las especies más relacionadas con *C. nucifera*, Uhl & Moore (1971) encontraron óvulos de hemianátropos a anátropos; además, Winton (1901, citado por Menon & Pandalai 1958) señaló que el óvulo en *C. nucifera* es anátropo, lo cual constituye, según Uhl & Dransfield (1987), un carácter primitivo dentro de la familia.

En general, hacia la zona apical del gineceo se observaron células de mayor

tamaño con paredes más gruesas, tejido vascular más desarrollado, mayor contenido de esclerénquima en forma de cordones y asociado a los haces vasculares, coincidiendo con el incremento gradual distal de la maduración de los tejidos en el gineceo de *Elaeis oleifera* y otras palmas de las Cocoeae, como indicaron Uhl & Moore (1971). Uhl (1976) señaló que estos rasgos podrían proporcionar protección ya que, durante el desarrollo, las partes distales de los órganos florales son las primeras que se exponen.

En el gineceo se apreciaron tres nectarios septales intercarpelares visibles desde regiones cercanas al estigma hasta la base de los lóculos, los cuales reportó Narayana (1937) para esta especie como aperturas o canales alargados radialmente, cortos hacia los extremos y más largos hacia el centro del gineceo, indicando también que éstos secretan un fluido azucarado que está relacionado con la participación de insectos en la polinización de esta especie. El pistilodio en las flores estaminadas presenta regiones aparentemente secretoras; éstas se han encontrado en algunos pistilodios de *Dypsis* (Rudall *et al.* 2003). Según Uhl (1976), la función del pistilodio es nectarífera en *Ptychosperma*. Uhl & Moore (1977) reportaron que los nectarios septales están alineados con células secretoras y se relacionan directamente con los polinizadores. Silberbauer-Gottsberger (1989) encontraron que los principales polinizadores en *C. nucifera* son abejas.

En relación con las inclusiones celulares, en la mayoría de las secciones estudiadas se observaron células con cuerpos de sílice esféricos, espinulosos, sobre todo asociadas a los haces conductores y a los cordones esclerenquimáticos. A diferencia de lo encontrado en este estudio donde las células con cuerpos de sílice presentan paredes generalmente delgadas, Tomlinson (1961) reportó que estas células en las Cocoeae presentan paredes engrosadas. Las células idioblásticas con cristales de oxalato de calcio en forma de rafidios observadas en este estudio fueron señaladas por Narayana (1937) como haces de cristales; Uhl & Moore (1971) indicaron que en el gineceo de las Cocoeae, los rafidios forman bandas longitudinales a los lados de los lóculos, y Tomlinson (1961) los observó en células de diversas partes vegetativas de las palmas. Este último indicó que generalmente estos rafidios están embebidos en una sustancia mucilaginosa muy afín a la tinción. En la mayoría de las estructuras se observaron células de contenido denso, las cuales se teñían de pardo o azul oscuro. Estas inclusiones celulares de naturaleza química desconocida podrían constituir canales con mucílago y/o taninos, sustancias ampliamente reportadas en las palmas (Tomlinson 1961; Uhl & Moore 1971, 1977).

Uhl & Moore (1977) sugirieron que los taninos provocan una merma en el consumo de las partes florales por parte de los insectos, dado que reducen la palatabilidad (astringencia) y afectan la digestión; además, los rafidios junto con los cordones esclerenquimáticos constituyen una barrera física para el consumo de estas partes florales. La presencia de células con rafidios en la superficie epidérmica del gineceo sugeriría entonces una protección a manera de barrera física contra su consumo por parte de los insectos.

En cada uno de los órganos florales estudiados se observó gran cantidad de

haces vasculares con desarrollo de esclerénquima sobre todo hacia el ápice de las estructuras, pero en general con tejido vascular difícil de distinguir, probablemente porque se trata de cordones floemáticos. Uhl & Moore (1971) encontraron que el área central del gineceo de las palmas relacionadas con *Cocos* y *Elaeis* presentan haces vasculares pequeños e inmaduros y en los carpelos no es posible distinguir los haces vasculares ventrales, siendo ésta una característica distintiva para este grupo dentro de las Cocoeae.

La estructura anatómica floral de *C. nucifera* permite corroborar y explicar aspectos de su biología floral, tales como presencia de nectarios septales indicando polinización por insectos (Rudall *et al.* 2003) y gran cantidad de células taníferas, cuerpos de sílice, idioblastos con rafidios y cordones esclerénquimáticos, todas en mayor cantidad y desarrollo hacia la porción distal de las flores, constituyendo un conjunto de rasgos para la protección contra el consumo de las áreas más vulnerables de la flor.

## AGRADECIMIENTOS

El material para este estudio fue obtenido gracias a la colaboración del Ing. Enio Soto y el personal del Banco de Germoplasma de Coco en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Aragua. Agradecemos al personal del Laboratorio de Anatomía Vegetal, al Prof. Antonio Fernández de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV) y al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico - UCV por el apoyo económico otorgado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dransfield J. & N. Uhl. 1998. Palmae. In: *Families and genera of vascular plants. Vol. 4: Flowering plants: monocotyledons* (Kubitzki, K., ed.), pp. 306-389. Springer-Verlag, Berlin.
- Gunn, B. 2004. The phylogeny of the Cocoeae (Arecaceae) with emphasis on *Cocos nucifera*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 91: 505-522.
- Harries, H. 1978. The evolution, dissemination and classification of *Cocos nucifera* L. *Bot. Rev.* 44: 265-319.
- Henderson, A., G. Galeano & R. Bernal. 1995. *Field guide to the palms of the Americas*. Princeton University Press, New Jersey.
- Henderson, A. & D. Rodríguez. 1999. Raphides in palm anthers. *Acta Bot. Venez.* 22: 45-55.
- Johansen, D. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill, New York.
- Kahn, F. & D. Gluchy. 2002. Variation in morphology of the pistillate flowers of *Astrocaryum urostachis* (Palmae) in Amazonian Ecuador. *Nordic J. Bot.* 22: 353-360.
- Menon, K. & K. Pandalai. 1958. *The coconut palm. A monograph*. Indian Central Coconut Committee, Ernakulam.

- Narayana, G. 1937. On the nectar secretion in the coconut flowers (*Cocos nucifera*). *Proc. Ind. Acad. Sci.* - Sect. B. 6: 224-229.
- Rudall, P., K. Abranson, J. Dransfield & W. Baker. 2003. Floral anatomy in *Dypsis* (Arecaceae-Areaceae): a case of complex synorganization and stamen reduction. *Bot. J. Linn. Soc.* 143: 115-133.
- Silberbauer-Gottsberger, I. 1989. Pollination and evolution in palms. *Phyton* 30: 213-233.
- Tomlinson, P. 1961. *Anatomy of the monocotyledons. II. Palmae*. Clarendon Press, Oxford.
- Uhl, N. 1976. Developmental studies in *Ptychosperma* (Palmae). II. The staminate and pistillate flowers. *Amer. J. Bot.* 63: 97-109.
- Uhl, N. & J. Dransfield. 1987. *Genera palmarum: a classification of palm based on the work of H. E. Moore Jr.*, L. H. Bailey Hortorium and the International Palm Society. Allen Press, Lawrence.
- Uhl, N. & H. Moore. 1971. The palm gynoeceium. *Amer. J. Bot.* 58: 945-992.
- Uhl, N. & H. Moore. 1977. Correlation of inflorescence, flower structure, and floral anatomy with pollination in some palms. *Biotropica* 9: 170-190.
- Van Heel, W.A., C. Breure & T. Menendez. 1987. The early development of inflorescences and flowers of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seen through the scanning electron microscope. *Blumea* 32: 67-78.