

Caracteres morfológicos diferenciales del fruto, semilla y plántula de seis palmeras en sotobosque nublado del estado Lara, Venezuela

Morphological differential characters of fruit, seed and seedling of six palms in a cloudy understory of Lara state, Venezuela

Norberto MACIEL¹✉, Rosario VALERA¹, María Elena SANABRIA CHÓPITE² y Amabilis MENDOZA¹

¹Laboratorio de Semilla y ²Laboratorio de Microtecnia e Histopatología Vegetal, Postgrado de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, estado Lara, Venezuela.

E-mails: norbertomaciel@ucla.edu.ve, rosariovalera@ucla.edu.ve y mesanabria@ucla.edu.ve

✉ Autor para correspondencia

Recibido: 14/03/2012 Fin de primer arbitraje: 21/04/2012 Primera revisión recibida: 02/08/2012
Fin de segundo arbitraje: 15/09/2012 Segunda revisión recibida: 16/11/2012 Aceptado: 05/12/2012

RESUMEN

La identificación en la fase de plántula de especies de palmeras es dificultosa. Con la finalidad de propiciar una aproximación práctica para el ecólogo y horticultor en este sentido y considerando la particularidad de estas plántulas de mantener adheridas por largo tiempo su diáspora (fruto-semilla), se estudiaron caracteres del fruto, la semilla (pireno) y la plántula para diferenciar seis palmeras nativas en bosque nublado del estado Lara, Venezuela. El tamaño y forma de la semilla, así como el endospermo (homogéneo o ruminado) fueron importantes para separar *Chamaedorea pinnatifrons* (Jacq.) Oersted, *Geonoma undata* Klotzsch, *Geonoma orbignyana* Mart., *Hyospathe elegans* Mart., *Prestoea acuminata* (Willd.) H. E. Moore y *Wettinia praemorsa* (Willd.) Wess. Boer. Todas presentaron germinación hipógea-proximal y plántula criptocotilar, sin embargo éstas se diferenciaron en la disposición de la semilla (supra, media o infra) en el nudo epicotilo-raíz y tamaño de la vaina cotiledonar. A excepción de *W. praemorsa*, que presenta el primer eófilo unifoliado, las otras cinco especies son bifolioladas, sin embargo, sus dos foliolos (unidos parcialmente en V) varían en proporciones y forma (ápice, base, simetría, bordes y venación); dos tendencias fueron identificadas en cuanto a la longitud proporcional entre la parte distal libre del foliolo y la unida, correspondiendo a una conformación de los foliolos en forma de V larga (foliolos libres cercanos a 2/3 del total) y una v corta (1/2, similar en las porciones libres a la adnata). La combinación de algunos de estos caracteres morfológicos propició la elaboración de una clave con macro-descriptores para reconocer a nivel de plántula en campo a las seis especies de palmeras que habitan el sotobosque estudiado.

Palabras claves: Plántulas, palmeras, identificación, fruto, semilla, foliolo, morfología.

ABSTRACT

The identification of palm species at the seedling stage is difficult. In order to have a practical approach for recognition by the ecologist and horticulturist, and considering the peculiarity of these seedlings to maintain long adhered its fruit-seed, the morphological aspects at the fruit, seed (pyrene) and seedling were studied to differentiate six native species in a cloudy forest at Lara state, Venezuela. The size and shape of the seed, and the endosperm (homogeneous or ruminant) were important to separate the species *Chamaedorea pinnatifrons* (Jacq.) Oersted, *Geonoma undata* Klotzsch, *Geonoma orbignyana* Mart., *Hyospathe elegans* Mart., *Prestoea acuminata* (Willd.) HE Moore, and *Wettinia praemorsa* (Willd.) Wess. Boer. Although all showed hypogeal-proximal germination and criptocotilar seedling, they differ in the position of the seed (above, front or below) at the epicotyl-root node, and the size of the cotyledon sheath. Except *W. praemorsa*, which seedling presents the first eophyll monofoliate, the others five species are with bifoliate ones. However, the two leaflets (partially united in a V form) vary in proportions and form (apex, base, symmetry, edges and venation). Two trends were identified for the proportional length between the distal portion of the free leaflet, and the join portion, corresponding to a long V-type (free portion about 2/3 long) and a short v-type (similar free and joined portion, 1/2). The combination of some morphological characters led to the development of key conformed by macro-level descriptors in order to recognize at the field the seedlings for the six palm species that inhabit the understory studied.

Key words: Seedlings, palms, identification, fruit, seed, leaflet, morphology.

INTRODUCCIÓN

Las palmeras son especies de gran valor y uso hortícola ornamental a nivel mundial, como plantas para paisajismo de exteriores e interior y como follaje cortado. Su demanda ha incrementado significativamente en la últimas dos décadas por la tolerancia y facilidad a las prácticas de trasplante de plantas de grandes tamaños (Broschat y Meerow, 2000). Venezuela tiene potencial para una producción sostenible de estas para los mercados nacional e internacional por sus variadas condiciones agroecológicas tropicales, que permiten su crecimiento durante todo el año y la diversidad de especies que se cultivan, tanto foráneas como las nativas, menos usadas (Briceño y Maciel, 2004; Maciel y Mendoza, 2005), siendo muy importante abordar estos potenciales recursos bajo criterios de sustentabilidad (Johnson, 1994; Maciel y Mendoza, 2011), muy especialmente los autóctonos. Según Stauffer (1999) la familia Arecaceae en Venezuela está conformada por unos 30 géneros, 101 especies, 1 subespecie y 34 variedades, distribuidas en diferentes hábitats.

Espinosa (2008) señaló la necesidad de un estudio que enfatizara algunos estados de la región Centro Occidental (Falcón, Yaracuy, Lara y Portuguesa) que albergan a una rica y única flora de palmeras, caracterizada por la diversidad y numerosos taxa autóctonos, donde se encuentra cinco de las nueve especies endémicas con que cuenta el país. Por otra parte, el 53 % de las especies de esta región están amenazadas por la extracción para uso maderable y destrucción de su hábitat por la expansión agropecuaria (Maciel y Mendoza, 2011).

El bosque nublado de Río Claro, estado Lara, localizado al comienzo de la Cordillera Andina por su noreste, se encuentran *Geonoma undata* Klotzsch; *Geonoma orbignyana* Mart. *Hyospathe elegans* Mart., *Prestoea acuminata* (Willd.) H. E. Moore; *Wettinia praemorsa* (Willd.) Wess. Boer y *Chamaedorea pinnatifrons* (Jacq.). Entre estas especies, *W. praemorsa*, *P. acuminata* y *H. elegans*, están bajo la calificación de vulnerable (Maciel y Mendoza, 2011), por ser muy afectadas por la tala y claro de los bosques ante caída de vegetación arbórea, siendo importante acometer procedimientos de conservación, entre las que podría incluirse la protección y/o rescate de sus plántulas en el sotobosque, requiriéndose para ello de la identificación de las especies en sus primeras etapas de desarrollo.

En palmeras adultas, los caracteres vegetativos son imprescindible para su identificación y el uso de estos, sin considerar las estructuras reproductivas permite identificar al menos sus géneros en la Amazonia (Kahn, 1990). Sin embargo, reconocer o identificar especies en sus estadios iniciales (plántulas y juveniles), es también una de las inquietudes que plantean con frecuencia los viveristas (Broschat y Meerow, 2000). Aun cuando las plántulas de las palmeras, han sido bastante descritas, debido a su alargada y distintiva morfología fácilmente reconocida frente a otros grupos de plantas (Tillich, 1995), quienes no son especialistas confrontan dificultades en el reconocimiento *in situ* entre especies por la similitud que presentan sus estructuras aéreas y compartir los mismos hábitat.

El que la semilla (*sensu latu*) en palmeras permanezca por bastante tiempo adherida a la plántula (Henderson, 2006), manteniendo distinguibles algunas de sus particularidades físicas, podría ser una opción para facilitar la identificación de la respectiva especie en esta fase.

Dependiendo de la especie de palmera, la unidad de propagación sexual, diáspora, disemínula o propágulo según Flores-Vindas (1999), puede estar conformada por el fruto en su totalidad (fruto-semilla) o el embrión junto al endospermo y cubierta acompañada por alguna capa interna del pericarpo (Maciel *et al.*, 2006; Maciel, 2007). El fruto mayormente asociado con estas monocotiledóneas es la drupa, como en *Cocos nucifera* cuyo mesocarpo es fibroso y el endocarpo leñoso o coriáceo. Sin embargo, en diferentes géneros de palmeras (*Phoenix*, *Metroxylon*, *Chamaerops*, *Washingtonia*, *Pritchardia*, *Trinax*, entre otros) también pueden encontrarse frutos del tipo baya, como en *Phoenix dactylifera*, cuyo pericarpo succulento es ancestralmente comestible (Uhl y Dransfield, 1987; Tomlinson, 1990; Jones, 1995). Atendiendo a la cubierta pétreo, su diáspora también es descrita como pireno (del latín *pyrene*). Generalmente, cada fruto presenta una sola unidad de propágalo, y en aquellos casos con más de un pireno, como en *Latania*, este es definido como drupoide.

Los frutos, varían en tamaño, de pequeños como los encontrados en *Geonoma* (unos 4 mm), hasta los grandes como en el coco y coco de mar (Uhl y Dransfield, 1987). Su diversidad, es muy relacionada a la composición del pericarpo (epicarpo, mesocarpo y endocarpo), así como al endosperma y la

ubicación del embrión. En algunos, su epicarpo o superficie presenta color, textura y escamas o pilosidades, características de la especie. El mesocarpo está principalmente conformado por fibras, esclereidas, esclerénquima, cristales y taninos; estos tejidos, junto al epicarpo han sido utilizadas como carácter diagnóstico. En la industria oleaginosa es frecuente denominar al pericarpo de frutos de palmeras como cáscara, al endocarpo duro o pétreo como nuez o carozo y al endospermo como almendra. El endocarpo esclerotizado que se presenta en frutos maduros de algunas especies, también pueden ser papiráceos o fibrosos. Tres tipos de endocarpo (Coriphoide, Chamaedoreoide y Coccoide) han sido señalados para palmeras (Uhl y Dransfield, 1987). Sin embargo, pueden presentarse diferencias en la una misma especie.

En la palma aceitera, *Elaeis guineensis*, son distinguidos tres variedades de frutos considerando sus diferencias en mesocarpo, endocarpo y endospermo: dura (endocarpo grueso y menor endospermo), tenera (endocarpo delgado y más endospermo) y pisifera (fruto de menor tamaño y sin endocarpo). Por otra parte, la textura del mesocarpo (suculento, carnosos o fibroso) de las palmeras ha sido tradicionalmente relacionada al método de dispersión de la diáspora, cumpliendo cuando el fruto es la unidad de propagación, también función de protección al embrión y endospermo mediante su pericarpo o con el endocarpo pétreo (Tomlinson, 1990; Maciel, 2001).

Las semillas de las palmeras, usualmente siguen la forma y tamaño del fruto y están provistas de abundante endosperma (endospérmicas o albuminosas), que en la mayoría de las especies es homogéneo, pero que en algunas, aún en un mismo género, es ruminado y es un carácter usado para su identificación (Uhl y Dransfield, 1987). Otro rasgo constante es su pequeño embrión, el cual varía en su madurez en forma de cilíndrico a cónico, con la ocurrencia de los tres tipos descritos para las monocotiledóneas (Uhl y Dransfield, 1987).

A pesar de la variabilidad en sus semillas y los aspectos fisiológicos de la germinación, las palmeras presentan un comportamiento semejante dentro de la familia, que podría asociarse al carácter recalcitrante de estas estructuras en plantas perennes y leñosas abundantes en selvas tropicales (Ng, 1978). Su germinación, es generalmente señalada bajo dos modalidades principales, la adyacente (adnativa) o

proximal y la remota (remotiva), o distal (Tomlinson, 1991; Uhl y Dransfield, 1987). Sin embargo, atendiendo a si la vaina cotiledonar es abierta o tubular. Henderson (2006) señaló que en estudios realizados por Martius entre 1823 y 1850, este subdividió la germinación remota en ocreata y tubulosa, respectivamente. Moore y Uhl (1973) utilizan para estas dos modalidades de remota los términos de remota-ligular y remota-tubular. Henderson (2006) también cita un trabajo realizado por Micheels en 1889, donde señaló tres tipos de germinación, según géneros de especies descriptoras (*Dictyosperma*, *Sabal* y *Phoenix*), y que corresponderían a adyacente, remota-ligular y remota-tubular, respectivamente. En tanto que, al estudiar la diversidad y homologías en los órganos de las plántulas del orden Poales (Monocotiledóneas), Tillich (2007), menciona para una misma germinación hipogea al menos cinco variantes en la estructura del cotiledón de la familia Areaceae.

En plántulas de las palmeras y precediendo a la primera hoja con lámina expandida o eófilo, la cual puede ser unifoliolada, bifoliolada ó paripinada, puede presentarse uno o más catafilos. Sin embargo, la forma y tamaño del primer eófilo es constante y ésta, junto a sus estructuras protectoras e indumentos (vainas cotiledonares y catafilos) son de carácter diagnóstico (Tomlinson, 1960). Tanto Duke (1965 y 1969) como Henderson (2006) han señalado características morfológicas de las plántulas para diferenciar especies de palmeras.

En diferentes familias de bejucos de bosque del estado Mérida, Venezuela, Ricardi (1996a y b) logra identificar a estos en el estado de desarrollo posterior a la germinación, mediante características descriptoras de sus cotiledones y plántulas. En tanto que, Sanabria y Smith (1991) elaboraron una clave para especies de árboles, provenientes de semillas depositadas naturalmente en suelos de bosque, resaltando su utilidad para diferenciarlas durante esta etapa de su desarrollo. Con la finalidad de disponer de un procedimiento que propicie un reconocimiento utilitario de plántulas de palmeras en su hábitat, con aplicabilidad en vivero, y considerando la terminología botánica usada en las Areaceae, se determinaron caracteres diferenciales de la semilla, tipo de germinación y la morfología de plántula que permiten la separación y consecuente identificación de las especies en un sotobosque nublado del estado Lara.

MATERIALES Y MÉTODOS

Atendiendo al criterio de “sombra” (Flores-Vindas,1999) o “lluvia” (Salm, 2005) de semillas, que implica dispersión próxima a la planta fuente que origina la sombra de plántulas (Flores-Vindas,1999), se observaron y colectaron frutos maduros, semillas y plántulas de Molinillo (*Chamaedorea pinnatifrons*), Geonomas (*Geonoma undata* y *G. orbignyana*), San Pablo (*Hyospathe elegans*), Palmicho (*Prestoea acuminata*) y Prapa (*Wettinia praemorsa*) en el sotobosque nublado de Río Claro, estado Lara, ubicado a 9° 53' 12,9" de latitud N, 69° 22' 8,9" de longitud O y a 1.625 msnm. Para su estudio, las muestras fueron trasladadas en envases plásticos al laboratorio del Programa de Horticultura de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, en Palavecino, Lara.

A frutos verdes de consistencia dura o lechosa (fisiológicamente maduros) y maduros les fue determinado el color mediante tabla de la Royal Horticultural Society (RHS Colour Chart, fifth edition). Posteriormente fueron inmersos en agua por 24 h para facilitar la remoción de sus cubiertas suculentas o carnosas mediante presión contra las paredes de coladero (de drenar pasta) y agua corriente de grifo o mediante uso de cuchillo, como en el caso *W. praemorsa*, siendo posteriormente colocadas estas semillas (*sensu lato*) a secar al aire por 24 h en mesa del laboratorio. Al azar, se tomaron de 20 a 30 unidades para determinar su forma, diámetro (polar y ecuatorial) mediante vernier digital y peso (balanza digital 0,01g de aproximación). Algunas de estas, así como frutos, fueron disectados para la observación de cubiertas del pericarpio, endospermo y embrión.

La colecta de las plántulas en su hábitat, se realizó a materiales que presentaban uno o dos eófilas, muestreándose cuidadosamente en grupo e incluyendo la capa de sustrato donde estas habían germinado, para evitar el desprendimiento de su semilla. Las muestras se realizaron aleatoriamente en grupos conformadas por un número representativo, variable entre 20 a 30 unidades por punto de muestreo y un mínimo de tres por especie. Algunas plántulas también fueron fijadas en etanol (70%) y otras se herborizaron para posterior consulta.

En este trabajo se analizó el tipo de germinación y plántula. Además, se observó la vaina cotiledonar, el número de sus catafilos en la plúmula y la forma (base, ápice, simetría) del primer eófilo, así

como su borde, nerviación y repliegue. Basado en el tamaño, en proporción, de las partes del eófilo, la hoja bífida se calificó en los dos tipos (V alta y v corta) descritos en la Figura 1.

Atendiendo a los caracteres macroscópicos, fácilmente distinguibles y considerando aquellos que permiten separar a las especies, se elaboró una clave para la identificación de las palmeras del sotobosque nublado estudiado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del fruto

La caracterización morfológica de los frutos para las seis especies de palmeras que se encuentran en área nublada en Río Claro, estado Lara, se presenta en el Cuadro 1. En cuanto a la forma del fruto, varió entre globoso o esférico, cuasi-globoso, elipsoide y ovoide, siendo *Prestoea acuminata* la especie con el fruto más globoso, seguida por cuasi globosa a elipsoide en *Geonoma undata* y *G. orbignyana* y elipsoide en *Hyospathae elegans*. Mientras que *W. praemorsa* junto a *C. pinnatifron*, mostraron una tendencia más ovoide. El tamaño de fruto es otra de las variables que se describen en el cuadro 1, correspondiendo el mayor valor a *W. praemorsa* y el menor a *G. undata* y *G. orbignyana*. Estas y otras características, también pueden ser observadas en la Figura 2.

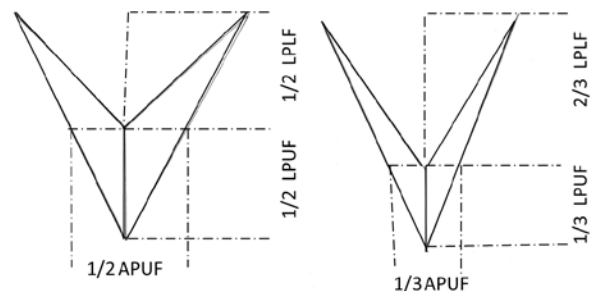


Figura 1. Determinación del tamaño proporcional de partes del foliolo en el primer eófilo bífido de plántula de palmeras. V corta o baja, 1/2 LPLF; y V alta o profunda, 2/3 LPLF. -LPLF, Longitud de Porción Libre del Foliolo; -LPUF, Longitud de Porción Unida del Foliolo -APUF, Ancho de Porción Unida del Foliolo.

El color de los frutos, tal como se señala a través de categorización (Cuadro 1) obtenida mediante tabla RHS, varió según la especie y el estado de madurez de los mismos; verde aunque fisiológicamente maduro o hecho (endospermo firme) y maduro. En estado de avanzada madurez, el color externo de la cubierta del fruto de algunas especies pudo asociarse con su abscisión o facilidad de desprendimiento del racimo. El fruto de *C. pinnatifrons* mostró la más notoria gama en color (figura 2B), variando desde el verde, pasando por el naranja, rojizo hasta el oscuro o purpureo-negruzco, donde ocurre abscisión de fruto. El desprendimiento individual de los frutos del racimo en *W. praemorsa* fue observado cuando estos adquirieron tonalidad marrón o marrón-verdoso (Figura 2C). En tanto que, en *Geonoma* fue común observar la completa deposición del racimo a la sombra de la planta, con

frutos permaneciendo adheridos a sus características raquillas (Figura 2A) por largo tiempo, hasta alcanzar estas algún grado de deterioro o descomposición.

En el Cuadro 1 y la Figura 2 A-E también se describen y muestran las características del pericarpo (epi, meso y endo) de los frutos, diferenciándose por su textura, succulencia-fibrosidad, consistencia, y el volumen que ocupan los tejidos en relación a la totalidad del fruto y endospermo.

En palmeras, para la mayor germinación y reducir riesgos fitosanitarios, en general se recomienda coleccionar los frutos maduros o sobremaduros en la planta. Según Maciel (2007) las semillas de *C. pinnatifrons* provenientes de frutos previos al color oscuro no germinan, aunque en *Syagrus romanzoffiana* se sugiere usar semillas de

Cuadro 1. Características morfológicas del fruto de palmeras en bosque nublado de Río Claro, estado Lara, Venezuela.

| 1-Especie; 2-Subtribu; 3-Tribu; 4-Subfamilia | Forma | *Color: Verdoso (V) y Maduro (M); | Pericarpo: Epi, Meso y Endocarpo |
|---|---|---|---|
| 1- <i>Chamaedorea pinnatifrons</i> 3- Hyophorbeae 4- Ceroxyloideae | -Ovoide (7-15 x 5-9) mm de largo). | -V: Verde (Yellow-Green Group 144A). -M: Negruzco (Black Group 203A). Varía al madurar (de naranja a rojo a negro). | -Epi suave. -Meso succulento. -Endo cartilaginoso delgado. |
| 1- <i>Geonoma undata</i> y <i>G. orbignyana</i> 3- Geonomeae 4- Arecoideae | -Cuasi globoso a elipsoide (7-10 x 6-8mm); aguzado, porción proximal inmersa en raquilla. | -V: Verde-amarillento (Yellow-Green Group 137A). -M: Purpúreo oscuro (Greyed-Purple Group N187A). | -Epi liso delgado. -Meso delgado, fibras no evidentes. -Endo membranoso. Pericarpo duro al madurar y adherido a la raquilla. |
| 1- <i>Hyospathe elegans</i> 2- Euterpeinae 3- Areceae 4- Arecoideae | -Elipsoide (10-15 x 7-10 mm), con residuo de estigma basal. | -V: Verde-amarillento (Yellow-Green Group 147C). -M: Purpúreo (Purple Group N77). | -Epi liso delgado. -Meso fibroso. -Endo delgado como costra. |
| 1- <i>Prestoea acuminata</i> 2-Euterpeinae 3-Areceae 4-Arecoideae | -Globoso 12 (10-18) mm con residuo de estigma subapical. | -V: Verde (Green Group 138B). -M: Purpúreo oscuro (Greyed-Purple Group N186B). | -Epi delgado. -Meso succulento-fibroso. -Endo delgado, como costra. |
| 1- <i>Wettinia praemorsa</i> 2-Wettiniinae 3-Areceae 4-Arecoideae | -Ovoide-globoso (35-45 x 25-40 mm), rígido. | -V: Verde-amarillento (Yellow-Green Group N144A). -M: Amarillento (Yellow-Green Group 153B). | -Epi piloso suave. -Meso carnoso-granular. Fácil de partir. -Endo delgado y papiráceo. Fácil de separar cuando esta sobremaduro el fruto. |

*Color según tabla de la Royal Horticulture Society.

frutos fisiológicamente maduros aunque en color previo a la de su completa madurez, evitando así la acumulación de inhibidores de la germinación (Broschat y Meerow, 2000). Sin bien, el color del fruto maduro, característico de cada especie ayudó a conferir las especies en el sotobosque estudiado y puede ser importante para determinar el momento adecuado para propiciar la mayor germinación (Briceño y Maciel, 2004; Maciel *et al.*, 2006), éste carácter como diagnóstico de diásporas a la sombra de la planta madre en las especies aquí consideradas fue utilitariamente poco viable, ante la pronta transformación del pericarpio. Sin embargo, los residuos de pericarpio que permanecieron o no cubriendo la semilla y que son variantes en el tiempo atendiendo a su conformación física y de contenidos ayudaron a distinguir a *Hyospathe*.

Características de la semilla

En el Cuadro 2, se presentan el peso, el diámetro ecuatorial y polar, la forma de la semilla, el tipo de endospermo (homogéneo o ruminado) y la ubicación del embrión en las semillas para las palmeras estudiadas. El mayor peso y dimensión de los diámetros correspondió a *Wettinia praemorsa* (5.320 ± 250 mg en peso, $21,5 \pm 0,9$ mm en diámetro polar y $17,5 \pm 0,7$ mm en el ecuatorial), seguida por *Prestoea acuminata* (500 ± 110 mg; $9,5 \pm 0,4$ mm y $8,3 \pm 0,2$ mm, respectivamente). Las de menor peso y tamaño, correspondieron a *Geonoma orbignyana* (39 ± 15 mg; $6,5 \pm 1,0$; y $4,9 \pm 0,3$ mm) y *Geonoma undata* (41 ± 10 mg; $6,9 \pm 1,1$; y $5,2 \pm 0,4$ mm). En tanto que *Hyospathe* y *Chamaedorea*, aunque también pueden calificarse de semillas pequeñas, estas son

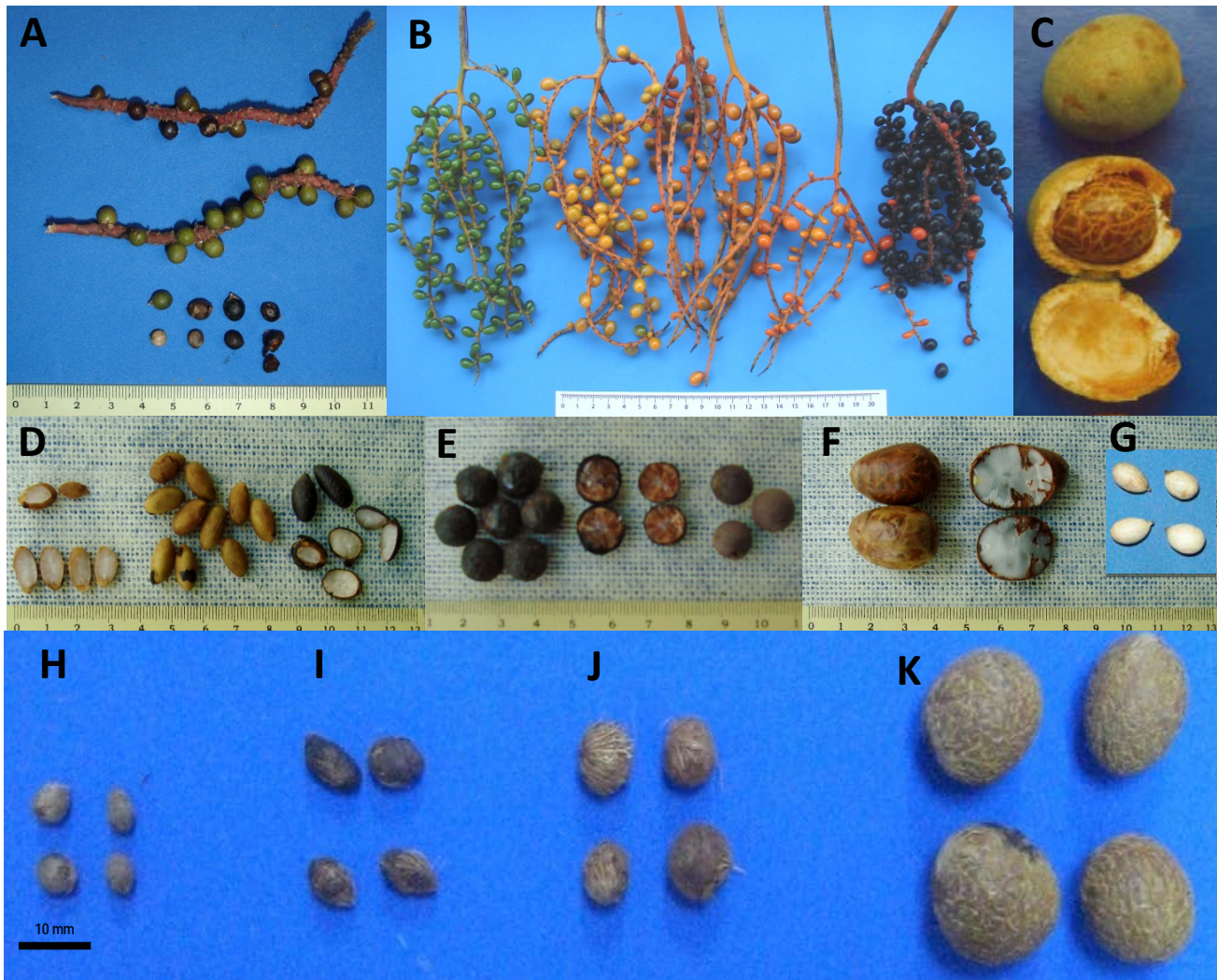


Figura 2. Características morfológicas del fruto y la semilla de palmeras de bosque nublado de Río Claro, estado Lara, Venezuela. -Frutos de: *Geonoma orbignyana* (A); *Chamaedorea pinnatifrons* (B); *Wettinia praemorsa* (C); *Hyospathe elegans* (D); *Prestoea acuminata* (E). -Semillas para la siembra, luego de removida la cubiertas externa del fruto de: *W. praemorsa* (F) y *C. pinnatifrons* (G). -Diásporas depositadas (“lluvia” o “sombra” de planta) en el sotobosque de: *G. undata* (H); *H. elegans* (I); *Prestoea acuminata* (J); y *W. praemorsa* (K).

intermedias entre las anteriores. En cuanto a la ubicación del embrión, *Wettinia* y *Chamaedorea* lo presentaron sub-apicalmente, mientras las otras especies lo mostraron basalmente.

En la Figura 2, también puede observarse como difieren las especies en cuanto a la superficie de la semilla, luego de removida mediante lavado (Figura 2F-G) o de permanecer adheridas (Figura 2H-K) la(s) cubierta(s) (epi, epi+meso ó pericarpo) de los frutos. Con la remoción o desprendimiento del pericarpo, la superficie de la semilla de *Wettinia* y *Prestoea* presentan patrones de ornamento o labrado, en tanto que en las otras especies, la semilla permanece envuelta parcialmente con tejido fibroso de mesocarpo y endocarpo, luego de lavadas. A su vez, las dos especies con labrados son las que presentaron el endospermo ruminado (Cuadro 2), a diferencia de las otras especies que fue homogéneo. Por otra parte, en contraste con *Wettinia*, tanto el endocarpo como porción del mesocarpo en la semilla de *Chamaedorea pinnatifrons* forman parte de la unidad de semilla generalmente utilizada en la propagación; y su remoción, expondría a la más sucinta estructura de multiplicación (endospermo y tapón del opérculo), el cual presenta menor tamaño y forma ligeramente más redondeada. Aun cuando, la variación en forma y tamaño de la semilla guarde alguna relación con su peso (Cuadro 2), sin embargo, la misma no sería directamente proporcional, como lo sería al compararse estas variables entre *Prestoea* y

Chamaedorea.

Todas las palmeras estudiadas presentaron una sola semilla, y la forma de esta tiende a seguir la misma forma del fruto. En concordancia con Lindorf *et al.* (2006), esto se debe al rudimento seminal de lóculo único, homogéneo y espacioso de los frutos monoespermicos, como los aquí estudiadas. Por otra parte, la conformación de la cubierta o protección la semilla se relaciona con el tipo de fruto; que en el caso de la drupa sería atribuible a la lignificación de tejidos internos del fruto como en *Chamaedorea* y *Hyospathe*, o aún de todo el fruto, como parece comportarse la diáspora de *Geonoma*, que no es succulenta y su delgado mesocarpo está muy adherido a la semilla, por lo que se propagaría o conservaría almacenada a semejanza del coco, conformando un fruto-semilla. En tanto que, las ovoides semillas de *Wettinia* quedan expuestas al ser ligeramente quebradizo su pericarpo en los frutos maduros. En esta misma especie, la variación en tamaño de su semilla afecta su germinación; según Maciel *et al.* (2006), aquellas de menor tamaño, seleccionadas de un mismo racimo germinaron menos.

La observación del endospermo y embrión, mediante disección de la semilla, son caracteres diagnósticos bastante usado para distinguir especies de palmeras (Uhl y Dransfield, 1987), que también deben ser considerados cuando se quiere diferenciar las especies durante la propagación y fase de plántula, al ser característico que su semilla permanezca por largo

Cuadro 2. Características de la semilla de las especies de palmeras en bosque nublado de Río Claro, estado Lara, Venezuela.

| Especie | Peso (mg) | Diámetro polar (mm) | Diámetro ecuatorial (mm) | Forma | Endospermo | Embrión | Otros caracteres de la semilla |
|---------------------------------|---------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Chamaedorea pinnatifrons</i> | 260 ±90 | 8,9 ±0,7 | 6,5 ±0,7 | Ovoide (proximalmente aguzado) | Homogéneo | Subapical (distalmente lateral) | -Pequeña |
| <i>Geonoma orbignyana</i> | 39 ±15 | 6,5 ±1,0 | 4,9 ±0,3 | Ligeramente globosa o elipsoide | Homogéneo | Basal | -Más pequeñas -Con Rafe perimetral |
| <i>Geonoma undata</i> | 41 ±10 | 6,9 ±1,1 | 5,2 ±0,4 | Ligeramente globosa a elipsoide | Homogéneo | Basal | |
| <i>Hyospathe elegans</i> | 210 ±90 | 9,3 ±0,5 | 5,5 ±0,7 | Elipsoide | Homogéneo | Basal | -Pequeña |
| <i>Prestoea acuminata</i> | 500 ±110 | 9,5 ±0,4 | 8,3 ±0,2 | Cuasi globosa | Ruminado | Basal | -Intermedia -Labrada |
| <i>Wettinia praemorsa</i> | 5.320 ±250 | 21,5 ±0,9 | 17,5 ±0,7 | Ovoide-globosa | Ruminado | Sub-basal (proximalmente lateral) | -Más grande. -Labrada |

* Valores promedio de 20 a 30 unidades; ± desviación estándar.

tiempo adherida, permitiendo así la ayuda de algunas de las anteriores características específicas para el reconocimiento *in situ* de la especie en esta fase de planta.

Descripción de la germinación

En la Figura 3 se presentan las plántulas de las seis especies de palmeras estudiadas con su semilla adherida. Todas presentaron germinación hipógea, según definición de Eames referida por Flores-Vindas (1999) y criptocotilar para Duke (1965), y que en el caso específico de palmeras corresponden al tipo proximal, adnativo o adyacente señalados por Tomlinson (1991) y Uhl y Dransfield (1987). Atendiendo a los criterios anteriores, y siguiendo a Flores-Vindas (1999) estas especies de palmeras se consideran como de germinación proximal-hipógea y plántula criptocotilar (Cuadro 3).

Tanto el tipo de germinación como el de plántula no fueron variables que puedan usarse para

segregar entre estas especies; aún y cuando estas, según Uhl y Dransfield (1987) y tal como se indica en el Cuadro 1, corresponden a diferentes subfamilias (Arecoideae y Ceroxyloideae), tribus (Areceaceae, Geonomeae y Hyphorbeae) y subtribus (Wettiniinae y Euterpeinae). Por otra parte, estos mismos autores, señalaron que el tipo de germinación estaría asociada a la adaptación de la especie a la humedad; por lo que podría inferirse, que un mismo tipo de germinación estaría reflejando una misma condición de humedad y sustrato encontrada en su hábitat.

Característica de la plántula

En el Cuadro 3, además del tipo de germinación y de plántula, también se presenta la posición de la semilla en el nudo (epicótilo-raíz), el tamaño de vaina cotiledonar, el número de catafilos y las características del primer eófilo; variables utilizadas por Henderson (2006) al estudiar la germinación de palmeras. La posición de la semilla en la unión del epicotilo con la raíz varió con la especie

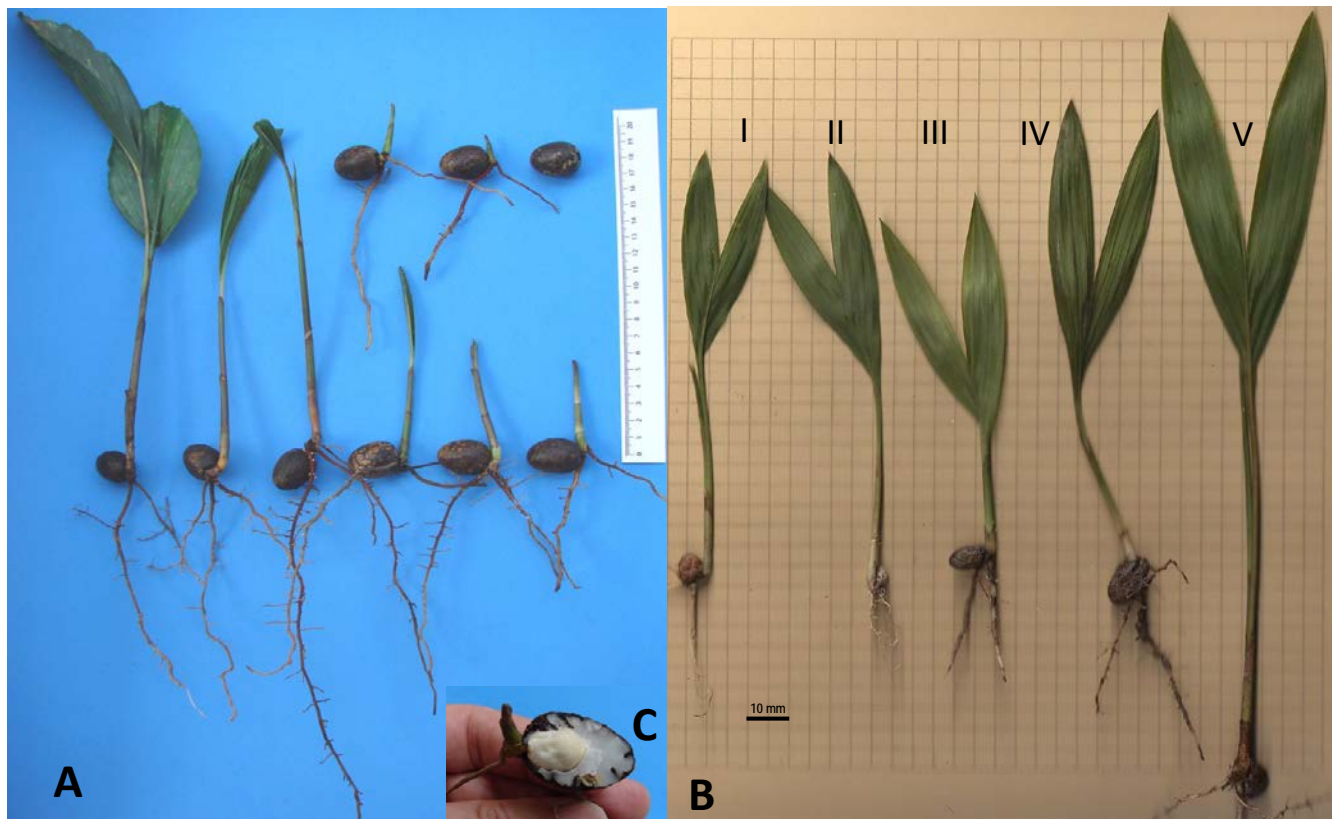


Figura 3. Germinación hipógea-proximal y plántula criptocotilar de las palmeras de bosque nublado de Río Claro, estado Lara, Venezuela. Secuencia de la germinación en *Wettinia praemorsa*, plántula con eófilo unifoliolado (A). Plántulas con eófilo bifoliolado (B) de: *Geonoma orbignyana* (I); *Geonoma undata* (II); *Chamaedorea pinnatifrons* (III); *Hyospathe elegans* (IV); y *Prestoea acuminata* (V). Detalle del endospermo ruminado y el haustorio en *Wettinia praemorsa* (C).

(Cuadro 3). En *Wettinia* (Figura 3A), así como en *Prestoea* la disposición de la semilla fue frontal, central o perpendicular (a lo largo del eje mayor en semilla elipsoide o del diámetro de la semilla esférica) al nudo. En tanto que en *Chamaedorea* y *Hyospathe* (figura 4C-D) la semilla ocupó una posición inferior (infra) al nudo; mientras que en ambas especies de *Geonoma* su ubicación fue superior o supra (figura 4E-F). En referencia a la vaina cotiledonar (cuadro 3) fue obvia la diferencia en tamaño que se presentó entre las dos especies de *Geonoma* (figura 4F); *G. undata* (derecha) mostró su lígula más larga (similar a eje polar de la semilla) que *G. orbignyana* (izquierda), la cual fue más corta (apenas 1/3 de eje).

El número de catafilos (Cuadro 3) que anteceden al eófilo, tal como observan Uhl y Dransfield (1987) y Henderson (2006), fue otra

característica que varió en la plántula con la especie; presentando *Wettinia* cuatro, mientras que las demás especies tienen dos. Así mismo, *W. praemorsa* (Figura 3A) se diferencia de las otras cinco especies (Figura 3B), además del mayor tamaño de la plántula, en la primera hoja o eófilo, el cual es unifoliolado y de margen praemorso o de apariencia de mordido. En tanto que, en las demás cinco especies (Figura 3B) es bifoliolado o bifido. Reconsiderando el tamaño de las plántulas, también podría separarse entre las de hoja bífida a *P. acuminata* (V en la figura 3B) por su mayor tamaño. Entre las cuatro especies con menor tamaño, puede observarse que *Hyospathe elegans* (IV) es la que sigue en tamaño. Es importante observar que el porte de las plántulas parece corresponder con las dimensiones y peso que presentaban sus semillas.

Así mismo, los foliolos de las plántulas bífidas, también varían en dimensiones, proporciones,

Cuadro 3. Germinación y morfología de la plántula de palmeras en bosque nublado de Río Claro, estado Lara, Venezuela.

| Especie | Tipo de: -Germinación -Plántula | -Posición semilla en nudo (epicotilo-raíz); -Tamaño vaina cotiledonar; -Número de catáfilas | Primer eófilo | Tendencia proporcional de tamaño en partes del foliolo |
|---------------------------------|---|--|--|---|
| <i>Chamaedorea pinnatifrons</i> | -Hipógea- Proximal -Criptocotilar | -Debajo del nudo (infra). -Vaina cotiledonar muy corta*. -2 catáfilas. | Bifoliolado, conformando una V alta. Ligeramente asimétrico. Porción distal denticulada. | 2/3 : 1/3 : 1/3 LPLF: LPUF:APUF |
| <i>Geonoma orbignyana</i> | -Hipógea- Proximal -Criptocotilar | -Por encima del nudo (supra). -Vaina cotiledonar <1/3 largo semilla* -2 catáfilas. | Bifoliolado, conformando una v corta. Simétrico. | 1/2 : 1/2 : 1/2 LPLF: LPUF:APUF |
| <i>Geonoma undata</i> | -Hipógea- Proximal -Criptocotilar | -Por encima del nudo (supra). -Vaina cotiledonar >2/3 largo semilla -2 catáfilas. | Bifoliolado, conformando una v corta. Simétrico. | 1/2 : 1/2 : 1/2 LPLF: LPUF:APUF |
| <i>Hyospathe elegans</i> | -Hipógea- Proximal -Criptocotilar | -Debajo del nudo (infra). -Vaina cotiledonar muy corta. -2 catáfilas. | Bifoliolado, en V alta. Base asimétrica. En unión de foliolos pliegos induplicados. | 2/3 : 1/3 : 1/3 LPLF: LPUF:APUF |
| <i>Prestoea acuminata</i> | -Hipógea- Proximal -Criptocotilar | -A nivel del nudo (central al radio). -Vaina cotiledonar muy corta. -2 catáfilas. | Bifoliolado, en V alta. Asimétrico en la base. | 2/3 : 1/3 : 1/3 LPLF: LPUF:APUF |
| <i>Wettinia praemorsa</i> | -Hipógea- Proximal -Criptocotilar | -A nivel del nudo (central a lo largo). -Vaina cotiledonar muy corta. -4 catáfilas. | Unifoliolado y praemorso o mordido. | ----- |

-LPLF, Longitud Porción Libre del Foliolo; -LPUF, Longitud Porción Unida del Foliolo; -APUF, Ancho Porción Unida del Foliolo.

simetría y forma de la lámina, ápice y base, así como en su borde y venación (Cuadro 3 y Figuras 3 y 4). Las hojas bifoliadas fueron simétricas en *G. undata* y

G. orbignyana, y asimétricos en *H. elegans* y *C. pinnatifrons*. Los segmentos de los eófilos, aunque generalmente sigmoides, variaron entre las especies con relación a la porción distal o libre del foliolo y la porción basal o unida, dando origen a la conformación de un ángulo de disposición de los foliolos en ángulo o v, que podríamos describirlos como V alta o v baja y que independientemente del tamaño real podrían ser caracterizadas en dimensiones proporcionales (figura 1). *Prestoea*, *Hyospathe* y *Chamaedorea* presentaron (cuadro 3) con respecto a la longitud del eófilo (unidad referencial o 1) una porción de los foliolos libres de 2/3 con respecto a la porción conjunta muy cercana a 1/3, conformando una V alta. En tanto que, en ambas especies de *Geonoma* la proporción fue de 1/2 a 1/2 ó v baja. La porción más ancha del segmento del foliolo en *Geonoma* coincide con la parte distal de la junción de ambos segmentos.

En el Cuadro 3 se presentan otros caracteres que pueden ser de utilidad para distinguir entre especie. *G. undata* y *G. orbignyana* son de hoja simétrica, no así las otras especies de hojas bífidas; asimetría que en *Hyospathe* se evidencia en su base foliar (Figura 4B). Así mismo, en los eófilos bífidos, el borde apical exterior del foliolo fue aserrado sólo en *C. pinnatifrons* (Figura 4A); característica que también ayuda a separar esta especie. Por otra parte, en *P. acuminata* las venas son alternas, pero hacia la base del eófilo, en la unión de los segmentos foliares, presentó pliegues induplicados que conllevan a una superficie ligeramente ondulada. *H. elegans*, presentó venas secundarias opuestas, en tanto que, en ambas especies de *Geonoma* fueron alternas y la lámina foliar plana.

Caracteres de la semilla y plántula para reconocer las especies

Atendiendo a los conceptos de “sombra” (Flores-Vindas, 1999) o “lluvia” (Salm, 2005) de la planta madre, para la diáspora de las palmeras, y considerando principalmente aquellos caracteres macro-morfológicos de mayor simplicidad y facilidad de observación en campo, previamente señalados y discutidos, se elaboró una clave para separar en la fase de la plántula las especies de palmeras depositadas en sotobosque de Río Claro (Cuadro 4).

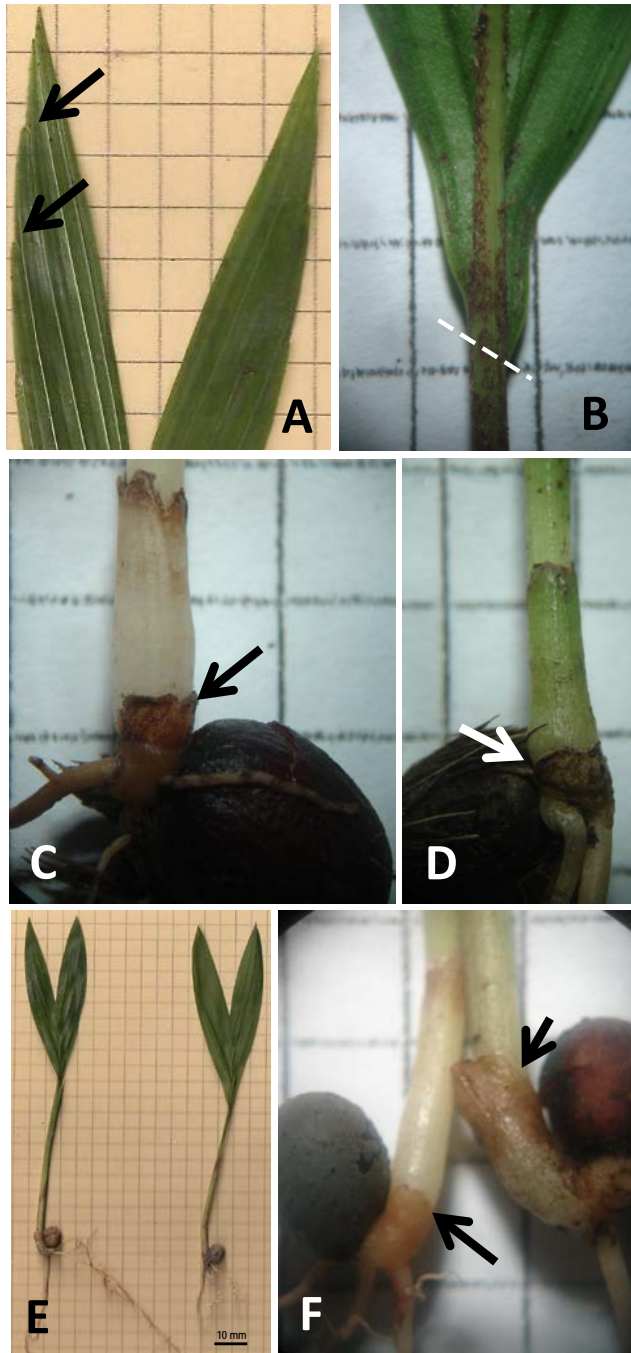


Figura 4. Detalles característicos en las plántulas de las especies de palmeras del bosque nublado de Río Claro, estado Lara, Venezuela. -Eófilo: Borde dentado en *Chamaedorea pinnatifrons* (A) y base asimétrica en *Hyospathe elegans* (B). -Vaina cotiledonar en *C. pinnatifrons* (C) y *H. elegans* (D).-Plántulas (E) y vaina cotiledonar (F) en *Geonoma orbignyana* (izquierda) y *G. undata* (derecha).

Cuadro 4. Clave para separar durante la fase plántula a seis especies de palmeras de bosque nublado en Rio Claro, estado Lara, Venezuela.

1. Plántula con primera eofila unifoliolada, obovada y borde mordido (premorso), cuatro catafilos, emergida proximalmente; de semilla ovoide (> 20 mm en el eje de mayor longitud) con superficie ornamentada y endospermo ruminado *Wettinia praemorsa*
 Plántula con primera eofila bifoliolada, con menos de cuatro catafilos, emergida proximalmente; de semilla < 20 mm en el eje de mayor longitud 2
2. Plántula con primera eofila asimétrica; semilla definitivamente ovoide o elipsoide <20 mm, de endospermo homogéneo, que se dispone unida por debajo del nudo plúmula-raíz 3
 Plántula con primera eofila asimétrica o simétrica; semilla ligeramente o cuasi globoso <20 mm, con endospermo homogéneo o ruminado, que no se dispone unida por debajo del nudo plúmula-raíz 4
3. Plántula con primera eofila evidentemente asimétrica en su base; semilla es evidente en residuos fibrosos
 *Hyospathe elegans*
 Plántula con primera eofila distalmente con borde aserrado; semilla con menor evidencia de fibras
 *Chamaedorea pinnatifrons*
4. Plántula con primera eofila asimétrica, foliolo de mayor longitud en la porción libre que en la unida conformando una V larga; con semilla redonda mostrando fibras y con endospermo ruminado, dispuesta radialmente lateral a la plúmula-raíz *Prestoea acuminata*
 Plántula con primera eofila simétrica, foliolo semejante en longitud entre la porción libre y la unida conformando una v corta; semilla de endospermo homogéneo, dispuesta por encima del nudo plúmula-raíz ..
 5
5. Vaina cotiledonar (corta) menor a 1/3 del tamaño de la semilla *Geonoma orbignyana*
 Vaina cotiledonar (larga) mayor a 2/3 del tamaño de la semilla *Geonoma undata*

CONCLUSIÓN

La utilización de la combinación de caracteres morfológicos del fruto y la semilla y la plántula (aspecto, textura, forma y tamaño de sus estructuras de cubierta o protectoras y eofilas) fueron caracteres descriptores válidos para el reconocimiento, a nivel de plántula, de cada una de las seis especies de palmeras que habitan un mismo sotobosque nublado, permitiendo estas elaborar una clave sencilla para su uso en campo. Sin embargo, es necesario validar estos caracteres en otras áreas y con mayor número de especies, especialmente del mismo género, para categorizar a estos como elementos de diagnóstico estables y de más amplia aplicabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Al CDCHT de la UCLA, por el financiamiento del proyecto 046-AG-2009 y a los revisores por las valiosas sugerencias al manuscrito.

LITERATURA CITADA

Briceño, A. y N. Maciel. 2004. Efecto de la madurez de los frutos, escarificación de la semilla y

temperatura en la emergencia de la palmera *Coccothrinax barbadensis* (Lodd. ex Mart.) Becc. Bioagro 16 (2): 127-132.

Broschat, T. and A. Meerow. 2000. Ornamental Palm Horticulture. University Press of Florida. Gainesville, United States of America. 83 p.

Duke, J. A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. Ann. Missouri Bot. Gard. 52: 315-350.

Duke, J. A. 1969. On tropical tree seedlings. I. Seeds, seedlings, systems, and systematics. Ann. Missouri Bot. Gard. 56: 125-161.

Espinoza Y. 2008. Estado actual de la colección de palmas (Arecaceae) del Herbario Nacional de Venezuela (VEN). Revista Peruana Biología 15 (Supl. 1): 97-101.

Flores Vindas, E. 1999. La Planta. Estructura y Función. Vol 1. Libro Universitario Regional (LUR). Costa Rica. p. 663-810.

- Henderson, A.; G. Galeano y and Bernal. 1995. Field Guide to the Palm of the Americas. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, United States of America. 353 p.
- Henderson F. M. 2006. Morphology and Anatomy of Palm Seedlings. *Bot. Rev.* 72: 273-329.
- Johnson, D. V. 1994. The future of ornamental palms and the need of conservation. *Acta Horticulturae* 360: 121-127.
- Kahn F. 1990. Identification of Amazonian Palm genera from vegetative Characters. *Principes* 34 (4): 199-207.
- Lindorf, H.; L. Parisca y P. Rodríguez. 2006. Botánica. Ediciones de la Biblioteca. Universidad Central de Venezuela (UCV). Caracas, Venezuela. p. 253-405.
- Maciel N. 2001. Efectos de las cubiertas de la semilla, el almacenamiento y los métodos de siembra en la emergencia de la palma de Manila (*Adonidia merrillii* Becc.) *Proceedings Interamerican Society Tropical Horticulture* 440: 111-115.
- Maciel N. 2007. Efectos del estado de madurez del fruto y la temperatura en la germinación de *Chamaedorea pinnatifrons* (Jacq.) Oerst. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)* 24 (Supl. 1): 73-77.
- Maciel N. y A. Mendoza. 2005. Germinación y emergencia de treinta de las palmeras ornamentales exóticas cultivadas en Venezuela. *Saber* 17: 29-31.
- Maciel N. y A. Mendoza. 2011. Palmeras de la región Centro Occidental de Venezuela: Diversidad y amenazas con relación al potencial ornamental. *Revista Facultad Agronomía (LUZ)* 28 (Supl. 1): 200-212.
- Maciel, N.; A. Mendoza y R. Valera. 2006. Germinación de tres palmeras del bosque húmedo de los estados Yaracuy y Lara, Venezuela. *Proceeding Interamerican Society Tropical Horticulture* 50: 133-137.
- Moore, H. E. and N. W. Uhl. 1973. The monocotyledons: their evolution and comparative biology. *Quart. Rev. Biol.* 48: 414-436.
- Ng F. S. P. 1978. Strategies of establishment in Malayan forest trees. *In: Tropical trees as living system.* P. Tomlinson and M. Zimmerman (Eds). Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom. p. 129-162.
- Ricardi, M. 1996a. Morfología de los cotiledones de plántulas de algunas familias o géneros presentes en Venezuela como fuente de caracteres para su determinación. *Plántula* 1(1): 1-11.
- Ricardi, M. 1996b. Morfología de plántulas de bejucos de bosque montano bajo. *Plántula* 1(1): 13-54.
- Salm, R. 2005. Arborescent palm seed morphology and seedling distribution. *Braz. J. Biol.* 65 (4): 711-716.
- Sanabria, M. E. y R. Smith. 1991. Morfología de plántulas provenientes de semillas depositadas naturalmente en suelos del bosque de Pico-Pico, estado Lara. Venezuela. *Bioagro* 3 (3): 109-128.
- Stauffer, F. 1999. Datos preliminares para la actualización de la Flora de Palmas (Arecaceae) de Venezuela. *Acta Botánica Venezolánica* 22 (1): 77-107.
- Tillich, H. J. 1995. Seedling and systematics in monocotyledons. *In: Monocotyledons: Systematic and evolution.* P. J. Rudall, P. J. Cribb, D. F. Cutler and C. J. Humphries (Eds). Royal Botanical Garden, Kew. p. 303-352.
- Tillich, H. J. 2007. Seedling diversity and the homologies of seedling organs in the order Poales (Monocotyledons). *Annals of Botany* 100: 1413-1429.
- Tomlinson, P. B. 1960. Essay on the morphology of palms. I. Germination and seedling. *Principes* 4: 56-61.
- Tomlinson, P. B. 1990. The structural biology of palms. Clarendon Press Oxford. New York. United States of America. 477 p.
- Uhl N. W. and J. Dransfield. 1987. *Genera Palmarum.* A classification of palms based on the work of H. E. Moore Jr. Lawrence, Kansas: International Palm Society and L.H. Bailey Hortorium. Alenn Press. Ithaca, New York, United States of America.. 610 p.