



Bosque

ISSN: 0304-8799

revistabosque@uach.cl

Universidad Austral de Chile

Chile

Montejo Valdés, Laura A; Muñoz, Bárbara C; Sánchez, Jorge A; Gamboa, Alejandro  
Variabilidad seminal entre las especies de un bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario,  
Cuba  
Bosque, vol. 35, núm. 1, 2014, pp. 37-47  
Universidad Austral de Chile  
Valdivia, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173131013004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Variabilidad seminal entre las especies de un bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario, Cuba

Seed variability among plant species from a tropical evergreen forest in Sierra del Rosario, Cuba

Laura A Montejo Valdés <sup>a\*</sup>, Bárbara C Muñoz <sup>a</sup>, Jorge A Sánchez <sup>a</sup>, Alejandro Gamboa <sup>a</sup>

\* Autor de correspondencia: <sup>a</sup> Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Carretera Varona, km3½, Capdevila, Boyeros, C.P. 11900, La Habana 19, Cuba, laura@ecologia.cu

### SUMMARY

Embryo types (shape, size, embryo:seed ratio) are described in seeds of 85 species including trees, shrubs and climbers from an evergreen forest in Sierra del Rosario, Cuba. Morphological traits such as fruit types, seed shape, seed cover structure and testa surface are also detailed as well as the relations between seed types and seed dormancy previously described by other researchers in these species. Four fruit categories were verified (berries, drupes, capsules and legumes) which overall include 78 species. Polymorphism in seeds and the presence of seed cover structures separately from life form were demonstrated. Arils, mucilages, and cilia predominate in trees whereas trichomes and pappus abound in climbers and shrubs. The presence of undeveloped embryos belonging to rudimentary types, linear or capitate, was found in trees (*Dendropanax arboreus*, *Oxandra lanceolata*, and *Schoepfia didyma*) and climbers (*Smilax laurifolia*, *Smilax mollis*, and *Dioscorea tamoidea*), which implies morphological or morphophysiological dormancy whereas the remaining species had developed embryos (spatulate, linear, bent, folded or inverse). In such case seed dormancy, if present, can be physical, physiological or a combination of both. These results corroborate that distribution of dormancy class established in all these species corresponds to the embryo type found in seeds.

**Key words:** tropical forest, embryo, morphology, seeds.

### RESUMEN

Se describe el tipo de embrión (forma y tamaño, relación embrión:semilla) en semillas de 85 especies, que comprenden árboles, arbustos y trepadoras procedentes de un bosque siempreverde de la Sierra del Rosario, Cuba. Se detallan además rasgos morfológicos tales como: tipo de fruto, forma de la semilla, presencia de indumentos y superficie de la testa, y la relación entre el tipo de semilla y la dormancia seminal descrita por otros autores para estas especies. Se comprobó el predominio de cuatro categorías carpológicas (bayas, drupas, cápsulas y legumbres) que en su conjunto contienen a 78 especies. Se demostró el polimorfismo existente en las semillas y la presencia de indumentos en la testa independientemente de la forma de vida de la planta. En especies arbóreas predominaron el arilo, mucilago y cilios mientras en trepadoras y arbustivas se destacan los tricomas y vilanos. Se confirmó la presencia de embriones no desarrollados, de tipo rudimentario, lineal o capitado en las plantas arbóreas *Dendropanax arboreus*, *Oxandra lanceolata* y *Schoepfia didyma*, y las trepadoras *Smilax laurifolia*, *Smilax mollis* y *Dioscorea tamoidea*, lo cual implica la presencia de dormancia morfológica o morfofisiológica en las semillas. Mientras tanto, el resto de las especies presentaron embriones desarrollados espatulado, lineal, plegado, doblado e invertido, donde la dormancia seminal en caso que esté presente puede ser física, fisiológica o la combinación de ambas. Estos resultados corroboran que la distribución de clases de dormancia establecida para estas especies se corresponde con el tipo de embrión que presentan las semillas.

**Palabras clave:** bosque tropical, embrión, morfología, semillas.

### INTRODUCCIÓN

La clasificación de semillas establecida por Martin (1946) según el tipo de embrión que estas presentan, es la más difundida y vigente hasta principios del actual siglo. Posteriormente, Baskin y Baskin (2007) realizaron una revisión de este sistema de clasificación, para adecuar la gran diversidad de tipos de semillas sobre la base de las características del embrión y el endosperma. La nueva clasificación incluye eliminar la categoría de semilla enana y aplicar el nombre según la forma del embrión. También

plantan sustituir el término micro (*i.e.* embrión de la semilla  $\leq 0,2$  mm) por indiferenciado (*i.e.* embrión que carece de órganos en su madurez), e indicar el grado de desarrollo para el caso de los embriones lineales y espatulados, a partir de la propuesta de Forbis *et al.* (2002) sobre la relación que se establece entre el tamaño del embrión y la semilla.

Un gran número de autores entre los que se destacan Nikolaeva (2004), Baskin y Baskin (1998, 2004, 2007), Forbis *et al.* (2002), Finch-Savage y Leubner-Metzger (2006) y Sautu *et al.* (2007) consideran que el tamaño relativo del embrión es una información valiosa para la cla-

sificación de la dormancia seminal de las especies, útil en estudios de ecofisiología de la germinación. Sin embargo, aún en la actualidad, muchos trabajos sobre germinación y dormancia no consideran el tipo de embrión de las semillas. Esta omisión se acrecienta en investigaciones de género y familia botánica. En este sentido, resultan menos frecuentes los estudios a nivel de comunidad o tipo vegetación.

Las principales contribuciones relacionadas con la descripción de la estructura de la semilla y otros rasgos morfológicos en ecosistemas de bosques tropicales, provienen de estudios realizados en México, Costa Rica y Panamá (Niembro 1988, Flores 2002, Sautu *et al.* 2006, 2007). En Cuba existen trabajos sobre caracterización morfofisiológica en especies vegetales, procedentes del bosque húmedo de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario (RBSR) (Sánchez *et al.* 2009, 2012). Estos autores reportan datos valiosos sobre rasgos reproductivos de las plantas incluidas en nuestra investigación, tales como: masa y humedad de la semilla, dormancia y germinación. También, los estudios realizados por Herrera *et al.* (1997) brindan información sobre la masa seminal de 221 especies arbóreas de bosques de la RBSR. Sin embargo, muy poco se conoce sobre la morfología interna de las especies naturales de estos bosque, con excepción de los trabajos realizados por Muñoz (1998) y Montejo *et al.* (2011a) en árboles pioneros, y por Montejo *et al.* (2011b) en especies de estadios sucesionales avanzados, donde estos autores abordan la caracterización del tipo de embrión de las semillas. Por consiguiente, el objetivo del presente estudio es describir por primera vez a nivel de comunidad de especies de un bosque tropical húmedo de la RBSR, rasgos seminales tales como: forma, superficie de la testa, presencia y tipo de indumentos, tipo de embrión y características del cotiledón; así como confirmar la relación entre tipos de semillas (embriones) y la dormancia seminal de estas especies. Este último aspecto del trabajo se basa en la hipótesis existente (Baskin y Baskin 1998, 2007, Forbis *et al.* 2002) sobre las implicaciones funcionales que tiene dicha relación, de gran importancia para la comprensión de los mecanismos de regeneración natural de las comunidades vegetales.

## MÉTODOS

La RBSR se localiza en la parte más oriental de la Sierra del Rosario, Artemisa, Cuba (22°45' N, 82°50' O). El área tiene una extensión de 25.000 ha y su vegetación y clima han sido descritas por Herrera *et al.* (1997). Para este estudio fueron seleccionadas especies pioneras y no pioneras (clímax) sensu Herrera *et al.* (1997). La colecta de semillas fue realizada a partir de frutos maduros, teniendo en cuenta la disponibilidad y abundancia de estos en el área de estudio.

Los frutos fueron colectados en la Estación Ecológica "El Salón", sección central de la RBSR considerado una de las áreas de mayor conservación de la vegetación en dicha reserva (Herrera *et al.* 1997), donde predomina el bosque siempreverde estacional submontano. La colecta

se efectuó en diferentes meses durante varios años, en la principal estación de fructificación para cada especie en Cuba. En total fueron colectados frutos de 40 árboles entre el 2003 y 2006, 29 plantas arbóreas y arbustivas, y 16 trepadoras entre 2007 y 2008. Los frutos de árboles y arbustos fueron obtenidos de 5 a 10 individuos según la especie, usando una vara telescópica o trepando a los árboles, con excepción de *Juglans insularis* Griseb., los que fueron tomados del suelo si se encontraban frescos y en buenas condiciones. En el caso de las plantas trepadoras se colectaron de hasta 12 individuos. Los frutos fueron colocados en bolsas de papel hasta su traslado al laboratorio donde se limpiaron inmediatamente, separando las semillas de los mismos, las que se secaron al aire y a la sombra por 72 horas para posteriormente describir los caracteres seminales.

Los nombres de las familias botánicas de las especies colectadas se establecieron según Angiosperm Phylogeny Group (2003). Las plantas fueron ordenadas por orden alfabético según la familia a la que pertenecen. Posteriormente, para cada especie, se registró el tipo de diáspora (unidad de dispersión), término que será utilizado también para referirnos a la verdadera semilla más endocarpo, como es el caso de las drupas.

La definición del tipo de fruto fue realizada según Flores (2002), en un sistema que permite describir la diversidad morfológica de dicha estructura en plantas arbóreas; aunque se incluyeron subtipos no encontrados en esta forma de vida, como la cariopsis fruto típico de gramíneas y la cypselas común de Asteraceae. La forma seminal e indumentos en la cubierta fueron descritas según Niembro (1988). Mientras las características de la superficie de la testa se detallaron conforme a Stearn (1992), para lo cual se realizó un examen minucioso de las semillas al microscopio estereoscópico (MBC-1), a partir de una muestra de no menos de 50 semillas tomadas al azar del total de frutos colectados.

*Asignación de tipos de embriones.* La descripción de los tipos de embriones fue realizada con base en la morfología (forma) y al grado de desarrollo del mismo (tamaño) con relación a la semilla (E:S), según el criterio de clasificación propuesto por Baskin y Baskin (2007) basado en Martín (1946). Los cotiledones se describieron según Niembro (1988). Para este propósito se utilizó una muestra de 30 semillas por especie a las que se les realizaron cortes transversales y longitudinales en secciones delgadas utilizando cuchillas de afeitar, y posteriormente fueron examinados al microscopio estereoscópico equipado con micrómetro, para medir la longitud del embrión.

Se consideró que la semilla presenta embrión no desarrollado (en términos de tamaño) cuando este es pequeño pero tiene órganos diferenciados, el embrión abarca solo una fracción del largo total de la semilla; *i.e.* cuando la relación entre el tamaño del embrión con respecto a la semilla (interior) es igual o inferior a 0,5 ( $E:S \leq 0,5$ ). Estos embriones según su forma pueden ser rudimentarios, lineales o espatulados (Baskin y Baskin 2007), aunque es

válido aclarar que no todas las semillas con embriones pequeños (baja E:S) son subdesarrollados, este deberá crecer antes que ocurra la emergencia de la radícula. Por su parte, un embrión totalmente desarrollado fue considerado cuando este ocupa más del 50 % de la cavidad seminal (E:S > 0,5), o la totalidad de la semilla, y pueden ser de forma lineal, espatulado, invertido, doblado y plegado. Para esta definición también se tuvo en cuenta si la planta pertenece a familias (o alguna subdivisión taxonómica) con este tipo de embrión (Baskin y Baskin 1998, 2007).

En la mayoría de las especies (75) fueron tomadas imágenes digitales correspondientes al embrión, utilizando un microscopio compuesto Axioskop 2 plus (Carl Zeiss, Alemania), con cámara AxioCam y procesadas mediante el software AxioVision 3.1. También fue determinado el tamaño del embrión como un porcentaje del espacio total dentro de la testa (E:S), como se comentó anteriormente. No obstante, en *Bourreria cassinifolia* (A.Rich.), *Ocotea leucoxydon* (Sw.) Laness., *E. farameoides*, *Muntingia calabura* L., *Picramnia pentandra* Sw., *S. laevis*, *Conostegia xalapensis* (Bonpl.) D. Don., *G. sagraena*, *Lasiacis divaricata* (L.) Hitch y *Dioscorea tamoidea* Griseb., la relación E:S no se pudo determinar con precisión, por lo que se basó en reportes de literatura (Martin 1946, Flores 2002), se hizo referencia al tamaño indicando que la relación es mayor o menor de 0,5 según sea el caso.

**Clases de dormancia y forma de crecimiento.** Los requerimientos germinativos y clases de dormancia seminal de las especies estudiadas, fueron informados por Sánchez *et al.* (2012), en un estudio realizado a nivel de comunidad en nuestro sitio de colecta. Estos autores emplearon el sistema de clasificación de dormancia seminal propuesto por Baskin y Baskin (2004).

La clasificación de la forma de crecimiento (o forma de vida) de estas especies se realizó siguiendo a Font Quer (1968). Este autor considera como árboles a los vegetales leñosos que oscilan entre 4 y 30 m de altura y excepcionalmente hasta 50 m como *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.; arbustos desde 1 a 4 m cuyo tronco se ramifica a partir de la base; y trepadoras las plantas que se encaraman a cualquier soporte por medio de zarcillos, raíces adventicias u otros apéndices. Las trepadoras incluyen las enredaderas y las lianas leñosas.

**Análisis estadístico.** Se calcularon el valor promedio y el error estándar para la variable relación E:S en cada especie de manera independiente.

## RESULTADOS

El estudio abarcó un total de 85 especies, que se distribuyen en 75 géneros y 40 familias botánicas, las más representativas de las comunidades vegetales de la RBSR (cuadro 1). Solo tres especies pertenecen a familias monocotiledóneas Dioscoreaceae, Poaceae y Smilacaceae, y ocho son endémicas: *Ardisia dentata* (A.DC.) Mez., *Ca-*

*lophyllum pinetorum* Bisse, *Clerodendrum grandiflorum* (Hook.) Schauer, *Eugenia farameoides* A. Rich., *Gonzalagunia sagraena* Urb., *J. insularis*, *Simaruba laevis* Griseb. y *Schoepfia didyma* C. Wright ex Griseb.

Entre las familias más numerosas se encontraron Fabaceae (15 especies) y Sapindaceae (5). En cada una de estas sólo se detectó la presencia de dos tipos de frutos: legumbres y cámara en la primera familia, y cápsula y drupa en la segunda. Igualmente, en Malvaceae con cuatro especies se registraron frutos de tipo cápsulas dehiscentes e indehiscentes (carcérulo). Las familias con tres y dos especies se presentaron con uno o dos tipos carpológicos, e.g. Boraginaceae (drupa), Meliaceae (cápsula), Moraceae (sicono y drupa), Rubiaceae (baya y drupa), Rhamnaceae (cápsula y sámara), Simarubaceae (drupa y baya), Smilacaceae (baya) y Verbenaceae (drupa) (cuadro 1). Las 19 familias restantes se representaron por una especie, donde prevalecieron los frutos de tipo baya y drupa en seis plantas cada una, y cápsulas en cuatro individuos.

En general, se encontraron 12 tipos de frutos cuya frecuencia es desigual entre especies y formas de vida (cuadro 2). Del total de plantas, 21 individuos presentaron fruto en baya y 19 en drupa. Los frutos en cápsulas se corresponden con 20 especies y las legumbres en 14 ejemplares. Por su parte, frutos en cámara, cypsela y sicono se reportaron con dos individuos cada uno. Por último, drupacetum, carcérulo, sorosis, sámara y cariopsis se presentaron cada uno en un taxon (cuadro 2). Cuando se analizó el predominio de tipos carpológicos por forma de vida, se detectó que en los árboles las cápsulas fueron las más numerosas, seguidos por drupas y bayas; en los arbustos las bayas y drupas, y en trepadoras la mayoría de las plantas presentaron fruto en baya y legumbre y a continuación la cápsula (cuadro 2). Finalmente, de las 85 especies incluidas en el estudio, el tipo de diáspora en 63 (41 árboles, 12 arbustos y 10 trepadoras) fue el fruto; mientras que la semilla como forma de dispersión fue "utilizada" en 22 especies, de ellas 14 son árboles, dos arbustos y seis trepadoras (cuadro 1).

La forma de las semillas y las características de la superficie de la testa variaron notablemente entre especies. Aunque prevalecieron las semillas de forma tridimensional: esféricas, ovoides y obovoides, también se encontraron diseños planos, tales como circular, oblonga, elíptica, lanceolada; de testa lisa, punticulada, acostillada, rugosa y reticulada, entre las más comunes (cuadro 1). Se evidenció la presencia de indumentos en la testa independientemente de la forma de vida de la planta, aunque predominaron en especies arbóreas, donde se destacan el arilo, mucílago y cilios. Los tricomas y vilanos se encontraron en trepadoras, árboles y arbustos de la familia Convolvulaceae, Malvaceae y Asteraceae, respectivamente.

**Tipos de embriones.** Basado en los criterios antes expuestos, se confirmó que 79 especies (85 %) presentaron embriones desarrollados de tamaño y formas variables (cuadro 1, figura 1): embriones lineales en ocho especies (9,4 %);

**Cuadro 1.** Familias de plantas, nombre de las especies, formas de vida (A: árbol, a: arbusto, T: trepadora), tipo de diáspora y fruto, forma seminal, superficie de la testa e indumentos, tipo de embrión (relación tamaño embrión/tamaño semilla E:S) y cotiledón.

Plant families, species name, life forms (A: tree, a: shrub, T: climbers), type of diaspore and fruit, seed shape, seed coat surface and seed hairs, type of embryo, embryo size/seed size ratio (E:S) and cotyledon.

| Familia/Especie/(Forma de vida)                               | Diáspora | Fruto      | Forma seminal    | Superficie de la testa | Indumentos | Embrión (E:S)       | Cotiledón       |
|---|----------|------------|------------------|------------------------|------------|---------------------|-----------------|
| <b>Annonaceae</b>   |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Oxandra lanceolata</i> (Sw.) Baill. (A)                    | Fruto    | Baya       | Elíptica         | Sulcada                | No tiene   | Lineal (0,15)       | No expandido    |
| <b>Araliaceae</b>   |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne <i>et</i> Planch. (A)  | Fruto    | Baya       | Oblongo-circular | Favulariada            | No tiene   | Rudimentario (0,11) | Diferenciado    |
| <b>Asteraceae</b>   |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King <i>et</i> H.Rob (a) | Fruto    | Cypsela    | Angulosa         | Acostillada            | Vilanos    | Lineal (0,89)       | Diferenciado    |
| <i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don (a)                | Semilla  | Cypsela    | Angulosa         | Acostillada            | Vilanos    | Lineal (0,95)       | Carnoso         |
| <b>Boraginaceae</b>   |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Bourreria cassiniifolia</i> (A. Rich.) (a)                 | Fruto    | Drupa      | Obovada          | Acostillada            | No tiene   | Espatulado (>0,5)   | Carnoso         |
| <i>Cordia alliodora</i> L. (A)                                | Fruto    | Drupa      | Oblongo-circular | Acostillada            | No tiene   | Plegado (0,89)      | Plicado         |
| <i>Ehretia tinifolia</i> L. (A)                               | Fruto    | Drupa      | Elíptica         | Punciculada            | No tiene   | Lineal (0,73)       | No expandido    |
| <b>Burseraceae</b>  |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. (A)                        | Fruto    | Drupacelum | Elíptica         | Granulado              | No tiene   | Plegado (0,82)      | Contortuplicado |
| <b>Celastraceae</b>   |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Cassine xyllocarpa</i> Vent. (A)                           | Fruto    | Drupa      | Oblongo          | Coliculada             | No tiene   | Espatulado (0,73)   | Grueso          |
| <b>Clusiaceae</b>   |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess (A)                    | Fruto    | Drupa      | Ovoide-globosa   | Lisa                   | No tiene   | Inverso (0,98)      | Grueso          |
| <i>Calophyllum pinetorum</i> Bisse (A)                        | Fruto    | Drupa      | Ovoide-globosa   | Lisa                   | No tiene   | Inverso (0,96)      | Grueso          |
| <b>Convolvulaceae</b>   |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Jacquemontia verticillata</i> (L.) Urb. (T)                | Fruto    | Cápsula    | Obovada          | Granulada              | No tiene   | Plegado (0,75)      | Plegado         |
| <i>Turnera corymbosa</i> (L.) Raf. (T)                        | Fruto    | Cámara     | Oblonga          | Lisa                   | Tricomas   | Plegado (0,85)      | Contortuplicado |
| <b>Cucurbitaceae</b>  |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Cayaponia racemosa</i> (Mill.) Cogn. (T)                   | Fruto    | Baya       | Oblonga          | Punciculada            | No tiene   | Espatulado (0,76)   | Recto           |
| <b>Dilleniaceae</b>   |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Davilla rugosa</i> Poir. (T)                               | Semilla  | Cápsula    | Globosa          | Lineolada              | Arilo      | Doblado (0,89)      | Acumbente       |
| <b>Dioscoreaceae</b>  |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Dioscorea tamnoides</i> Griseb. (T)                        | Fruto    | Cápsula    | Obovado          | Ruminado               | Alas       | Capitado (<0,5)     | Recto           |
| <b>Elaeocarpaceae</b>   |          |            |                  |                        |            |                     |                 |
| <i>Muntingia calabura</i> L. (A)                              | Fruto    | Baya       | Elíptica         | Coliculada             | Mucilago   | Lineal (>0,5)       | Masivo          |

Continúa

| Euphorbiaceae   |         |           |                 |             |          |                   |                 |
|---|---------|-----------|-----------------|-------------|----------|-------------------|-----------------|
| <i>Adelia ricinella</i> . L. (A)                      | Fruto   | Cápsula   | Circular        | Reticulada  | No tiene | Espatulado (0,70) | Delgado, recto  |
| <i>Alchornea latifolia</i> Sw. (A)                    | Semilla | Cápsula   | Ovada           | Punticulada | No tiene | Espatulado (0,70) | Orbicular       |
| Fabaceae  |         |           |                 |             |          |                   |                 |
| <i>Abrus precatorius</i> L. (T)                       | Semilla | Legumbre  | Obtusa-circular | Lisa        | No tiene | Doblado (0,88)    | Acumbente       |
| <i>Andira inermis</i> (W. Wright) DC. (A)             | Fruto   | Cámara    | Ovada           | Punticulada | No tiene | Doblado (0,98)    | Incumbente      |
| <i>Bauhinia glabra</i> Jacq. (T)                      | Semilla | Legumbre  | Circular        | Punticulada | No tiene | Inverso (0,94)    | Grueso          |
| <i>Bauhinia purpurea</i> L. (A)                       | Semilla | Legumbre  | Circular        | Rugosa      | No tiene | Inverso (0,88)    | Grueso          |
| <i>Caesalpinia violacea</i> (Mill.) Standl. (A)       | Fruto   | Legumbre  | Circular        | Lineolada   | No tiene | Inverso (0,91)    | Grueso          |
| <i>Clitoria ternatea</i> L. (T)                       | Semilla | Legumbre  | Reniforme       | Globulada   | No tiene | Doblado (0,85)    | Acumbente       |
| <i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton <i>et</i> Rose (A) | Semilla | Legumbre  | Globosa         | Lisa        | No tiene | Inverso (0,96)    | Grueso          |
| <i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook (A)    | Semilla | Legumbre  | Oblonga         | Lisa        | No tiene | Doblado (0,96)    | Acumbente       |
| <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp. (A)            | Semilla | Legumbre  | Discoide        | Punticulada | No tiene | Doblado (0,97)    | Acumbente       |
| <i>Indigofera suffruticosa</i> Mill. (a)              | Semilla | Legumbre  | Globosa         | Lisa        | No tiene | Doblado (0,93)    | Incumbente      |
| <i>Lysiloma sabicu</i> (L.) Benth (A)                 | Fruto   | Legumbre  | Elíptica        | Lisa        | No tiene | Inverso (0,98)    | Grueso          |
| <i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC. (T)                   | Semilla | Legumbre  | Esférica        | Lisa        | No tiene | Doblado (0,95)    | Grueso          |
| <i>Poeppigia procera</i> C. Presl (A)                 | Semilla | Legumbre  | Ovada           | Punticulada | No tiene | Inverso (0,95)    | Grueso          |
| <i>Rhynchosia reticulata</i> (Sw.) DC. (T)            | Semilla | Legumbre  | Circular        | Punticulada | No tiene | Doblado (0,67)    | Acumbente       |
| <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr. (A)                | Fruto   | Legumbre  | Elíptica        | Lisa        | No tiene | Inverso (0,98)    | Grueso          |
| Juglandaceae  |         |           |                 |             |          |                   |                 |
| <i>Juglans insularis</i> Griseb. (A)                  | Fruto   | Drupa     | Circular        | Punticulada | No tiene | Inverso (0,97)    | Grueso, sinuoso |
| Lamiaceae   |         |           |                 |             |          |                   |                 |
| <i>Hyptis verticillata</i> Jacq. (a)                  | Fruto   | Cápsula   | Obovada         | Lisa        | Pelos    | Inverso (0,80)    | Grueso          |
| Lauraceae   |         |           |                 |             |          |                   |                 |
| <i>Beilschmiedia pendula</i> (Sw.) Hemsl. (A)         | Fruto   | Drupa     | Elipsoidal      | Lisa        | No tiene | Inverso (0,91)    | Grueso          |
| <i>Ocotea leucoxydon</i> (Sw.) Laness. (A)            | Fruto   | Baya      | Circular        | Punticulada | No tiene | Inverso (>0,5)    | Grueso, carnoso |
| Malpighiaceae   |         |           |                 |             |          |                   |                 |
| <i>Malpighia glabra</i> L. (a)                        | Fruto   | Drupa     | Circular        | Acostillada | No tiene | Espatulado (0,67) | Grueso          |
| Malvaceae   |         |           |                 |             |          |                   |                 |
| <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn. (A)               | Semilla | Cápsula   | Globosa         | Punticulada | Tricomas | Plegado (0,80)    | Contortuplicado |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (A)                     | Fruto   | Carcélulo | Ovada           | Punticulada | Mucflago | Plegado (0,93)    | Contortuplicado |
| <i>Hibiscus elatus</i> Sw. (A)                        | Semilla | Cápsula   | Reniforme       | Lineolada   | Tricomas | Plegado (0,95)    | Conduplicado    |

Continúa

Continuación Cuadro 1

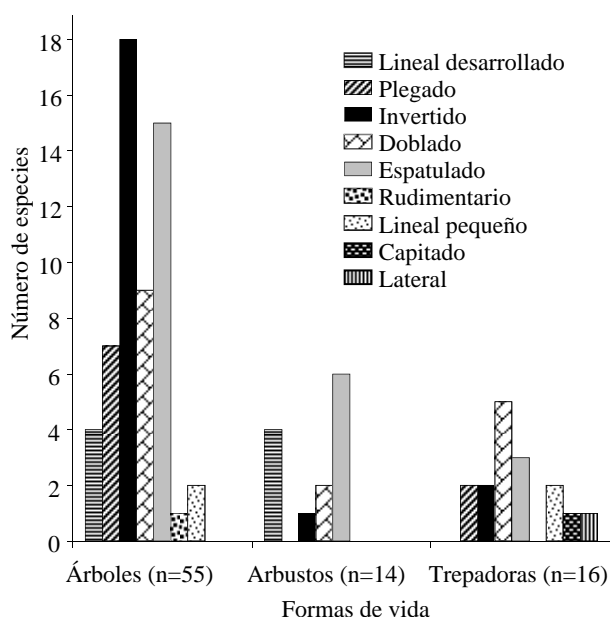
| <i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill. (A)   | Semilla | Cápsula   | Discoidea         | Ondulada        | Cilios     | Espatulado (0,82) | Recto          |
|---|---------|-----------|-------------------|-----------------|------------|-------------------|----------------|
| Melastomataceae                                   |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don (a)  | Fruto   | Bayas     | Obovoide          | Punticulada     | No tiene   | Espatulado (>0,5) | Delgado        |
| Meliaceae   |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer (A)           | Fruto   | Cápsula   | Obovada           | Punticulada     | Sarcotesta | Inverso (0,92)    | Grueso         |
| <i>Trichilia havanensis</i> Jacq. (A)             | Fruto   | Cápsula   | Obovada           | Granulada       | Ariloides  | Inverso (0,87)    | Grueso         |
| <i>Trichilia hirta</i> L. (A)                     | Semilla | Cápsula   | Obovada           | Ruminada        | Ariloides  | Inverso (0,94)    | Grueso         |
| Moraceae  |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Ficus aurea</i> Nutt. (A)                      | Fruto   | Sicón     | Circular          | Punticulada     | Mucilago   | Doblado (0,55)    | Incumbente     |
| <i>Ficus maxima</i> P. Mill. (A)                  | Fruto   | Sicón     | Reniforme         | Punticulada     | No tiene   | Doblado (0,85)    | Acumbente      |
| <i>Pseudolmedia spuria</i> (Sw.) Griseb. (A)      | Fruto   | Drupa     | Elíptico- obovada | Punticulada     | No tiene   | Inverso (0,98)    | Grueso         |
| Myrsinaceae                                       |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Petesiodes clusifolium</i> (Sw.) Kuntze (A)    | Fruto   | Bayas     | Globosa           | Acostillada     | No tiene   | Lineal (0,77)     | Diferenciado   |
| <i>Artisia dentata</i> (A.DC.) Mez (a)            | Fruto   | Drupa     | Globosa           | Acostillada     | No tiene   | Lineal (0,94)     | Diferenciado   |
| Myrtaceae   |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Eugenia farameoides</i> A. Rich. (A)           | Fruto   | Bayas     | Obovoide          | Punticulada     | No tiene   | Plegado (>0,5)    | Grueso         |
| Oleaceae  |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Schoepfia didyma</i> C. Wright ex Griseb. (A)  | Fruto   | Drupa     | Oblonga           | Sulcada         | No tiene   | Lineal (0,18)     | Indiferenciado |
| Passifloraceae                                    |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Passiflora sexflora</i> Juss. (T)              | Fruto   | Bayas     | Elíptica          | Lisa, lineolada | No tiene   | Espatulado (0,56) | Grueso         |
| <i>Passiflora suberosa</i> L. (T)                 | Fruto   | Bayas     | Elíptica          | Reticulada      | No tiene   | Espatulado (0,52) | Grueso         |
| Poaceae   |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitch. (T)        | Fruto   | Cariopsis | Obovado           | Lisa            | No tiene   | Lateral (>0,5)    | Indiferenciado |
| Rhamnaceae  |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg. (A)    | Semilla | Cápsula   | Elíptica-circular | Punticulada     | No tiene   | Inverso (0,95)    | Grueso         |
| <i>Gouania lupuloides</i> (L.) Urb. (T)           | Fruto   | Sámara    | Obovoide          | Punticulada     | No tiene   | Inverso (0,82)    | Grueso         |
| Rosaceae  |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Cerasus occidentalis</i> (Sw.) Dunn. Tours (A) | Fruto   | Drupa     | Elíptico a ovada  | Punticulada     | No tiene   | Inverso (0,95)    | Grueso         |
| Rubiaceae   |         |           |                   |                 |            |                   |                |
| <i>Gonzalagunia sagreraea</i> Urb. (a)            | Fruto   | Drupa     | Subglobosa        | Tuberculada     | Mucilago   | Espatulado (>0,5) | Indiferenciado |
| <i>Psychotria dominicensis</i> Jacq. (a)          | Fruto   | Bayas     | Globosa           | Acostillado     | No tiene   | Doblado (0,84)    | Incumbente     |
| <i>Psychotria grandis</i> Sw. (A)                 | Fruto   | Bayas     | Globosa           | Acostillada     | No tiene   | Espatulado (0,65) | Grueso         |

Continúa

| Rutaceae   |         |         |                   |             |          |                   |                |
|--|---------|---------|-------------------|-------------|----------|-------------------|----------------|
| <i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC. (A)       | Semilla | Cápsula | Subglobosa        | Reticulado  | No tiene | Espatulado (0,85) | Grueso         |
| Salicaceae   |         |         |                   |             |          |                   |                |
| <i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urb. (A)          | Semilla | Cápsula | Ovada a oblonga   | Acostillada | Arilo    | Espatulado (0,76) | Expandido      |
| <i>Casearia sylvestris</i> Sw. (A)                   | Fruto   | Cápsula | Oblonga           | Reticulada  | Arilo    | Espatulado (0,70) | Expandido      |
| Sapindaceae  |         |         |                   |             |          |                   |                |
| <i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw. (A)               | Fruto   | Drupa   | Globosa           | Punticulada | No tiene | Plegado (0,58)    | Espirolobado   |
| <i>Cupania americana</i> L. (A)                      | Semilla | Cápsula | Ovada a circular  | Punticulada | Ariloide | Doblado (0,93)    | Grueso         |
| <i>Cupania glabra</i> Sw. (A)                        | Fruto   | Cápsula | Ovada a circular  | Punticulada | Ariloide | Doblado (0,90)    | Grueso         |
| <i>Matayba apetala</i> Radlk. (A)                    | Semilla | Cápsula | Ovada a circular  | Punticulada | Arilo    | Inverso (0,84)    | Grueso         |
| <i>Sapindus saponaria</i> L. (A)                     | Fruto   | Cápsula | Globosa           | Rugosa      | No tiene | Doblado (0,62)    | Incumbente     |
| Sapotaceae   |         |         |                   |             |          |                   |                |
| <i>Chrysophyllum cainito</i> L. (A)                  | Fruto   | Baya    | Oblongo           | Punticulada | No tiene | Espatulado (0,79) | Grueso         |
| <i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq. (A)           | Fruto   | Baya    | Oval a oblongo    | Punticulada | No tiene | Espatulado (0,72) | Grueso         |
| <i>Pouteria domingensis</i> (C.F.Gaertn.) Baehni (A) | Fruto   | Baya    | Elipsoidal        | Punticulada | No tiene | Espatulado (0,75) | Recto          |
| Simarubaceae   |         |         |                   |             |          |                   |                |
| <i>Simaruba laevis</i> Griseb. (A)                   | Fruto   | Drupa   | Elíptico a ovada  | Rugosa      | No tiene | Espatulado (>0,5) | Grueso         |
| <i>Picramnia pentandra</i> Sw. (A)                   | Fruto   | Baya    | Ovoide, oblonga   | Acostillada | No tiene | Espatulado (>0,5) | Recto          |
| Smilacaceae  |         |         |                   |             |          |                   |                |
| <i>Smilax laurifolia</i> L. (T)                      | Fruto   | Baya    | Circular          | Lisa        | Arilo    | Lineal (0,14)     | Delgado        |
| <i>Smilax mollis</i> Humb. et Bonpl. ex Willd. (T)   | Fruto   | Baya    | Circular          | Lisa        | Arilo    | Lineal (0,20)     | Delgado        |
| Solanaceae   |         |         |                   |             |          |                   |                |
| <i>Cestrum laurifolium</i> L'Hér. (a)                | Fruto   | Baya    | Subglobosa        | Ruminada    | No tiene | Espatulado (0,83) | Recto          |
| <i>Solanum jamaicense</i> Mill. (a)                  | Fruto   | Baya    | Obovoide          | Ruminada    | No tiene | Lineal (0,80)     | Delgado        |
| <i>Solanum rudepanum</i> Dund. (a)                   | Fruto   | Baya    | Obovoide          | Granulada   | No tiene | Lineal (0,80)     | Delgado        |
| Ulmaceae   |         |         |                   |             |          |                   |                |
| <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume (A)                | Fruto   | Drupa   | Ovoide            | Punticulada | No tiene | Doblado (0,92)    | Involuto       |
| Urticaceae   |         |         |                   |             |          |                   |                |
| <i>Cecropia peltata</i> L. (A)                       | Fruto   | Sorosis | Lanceolada        | Coliculada  | Mucílago | Espatulado (0,95) | Delgado, recto |
| Verbenaceae  |         |         |                   |             |          |                   |                |
| <i>Citharexylum spinosum</i> L. (A)                  | Fruto   | Drupa   | Elíptica          | Punticulada | No tiene | Espatulado (0,69) | Recto, grueso  |
| <i>Clerodendrum grandiflorum</i> (Hook.) Schauer (a) | Fruto   | Drupa   | Elíptica, oblonga | Verrugosa   | No tiene | Espatulado (0,78) | Grueso         |

**Cuadro 2.** Tipos de frutos y número de especies según la forma de vida de la planta.

| Types of fruits and number of species in each life form. |         |          |            |
|--|---------|----------|------------|
| Tipos de fruto   | Árboles | Arbustos | Trepadoras |
| Baya   | 11      | 5        | 5          |
| Drupa  | 14      | 5        | -          |
| Cápsula  | 15      | 1        | 4          |
| Legumbre   | 8       | 1        | 5          |
| Cárcerulo  | 1       | -        | -          |
| Sicono   | 2       | -        | -          |
| Cámara   | 1       | -        | 1          |
| Drupacetum   | 1       | -        | -          |
| Sorosis  | 1       | -        | -          |
| Sámara   | -       | -        | 1          |
| Cariopsis  | -       | -        | 1          |
| Cypsela  | -       | 2        | -          |



**Figura 1.** Número de especies (n) según el tipo de embrión dentro de cada forma de vida.

Species number (n) according to type of embryo in each life form.

espatulados en 24 (28,2 %); doblados en 16 (18,8 %); plegados en 9 (10,5 %), invertidos en 21 (24,7 %); y una especie con embrión lateral ubicado en la periferia de la cavidad seminal, a diferencia del resto de los embriones que se localizan en el eje central de los diseminulos. En cambio, solo seis especies (7,0 %) mostraron embriones pequeños (*i.e.* E:S  $\leq 0,5$ ), de ellas tres fueron árboles: *Dendropanax arboreus* (L.) Decne et Planch. con embrión rudimentario

(figura 2A), *Oxandra lanceolata* (Sw.) Baill. y *S. didyma* con embrión lineal pequeño (figura 2B), y tres trepadoras: *Smilax laurifolia* L., *Smilax mollis* Humb. et Bonpl. ex Willd. y *D. tamoidea* de embrión lineal pequeño en las dos primeras especies y capitado en la última.

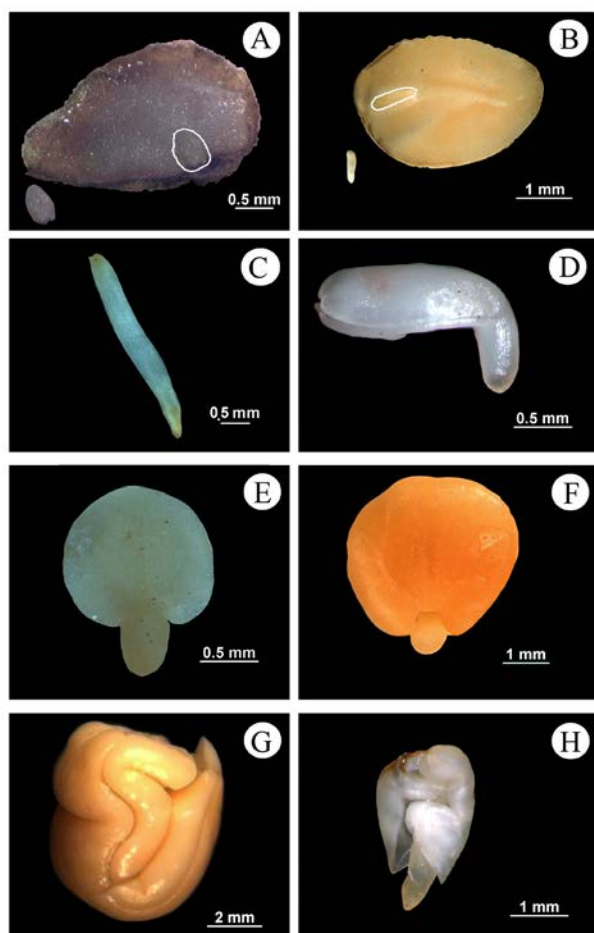
En árboles el tipo de embrión más común fue el invertido, en arbustos espatulado y en trepadoras doblado (figura 1). Dentro de las familias con semillas de embriones espatulados se encontraron Passifloraceae, Malpighiaceae, Verbenaceae, Rutaceae, Euphorbiaceae, Sapotaceae, Salicaceae y Simarubaceae. Mientras la presencia de embriones invertidos se reportó en Rhamnaceae, Lauraceae, Juglandaceae y Clusiaceae. Por su parte, los embriones plegados fueron frecuentes en Burseraceae, Myrtaceae y Malvaceae, aunque en esta última también hallamos géneros con embriones espatulados (*Trichospermum*).

Según el tipo de embrión, los cotiledones mostraron diferentes tendencias, pudiendo ser no expandidos, delgados (en embriones lineales, figura 2C), acumbentes (en embriones doblados, figura 2D), rectos y gruesos como los de embriones espatulados (figura 2E) e invertidos (figura 2F), o pueden estar plegados entre sí de diferentes maneras: espirolobados (figura 2G), contortuplicado (figura 2H) (cuadro 1). Otras especies presentaron cotiledones con un sistema vascular bien desarrollado que se ramifican de diferentes maneras; *i.e.* palmeado.

**Clases de dormancia y su relación con el tipo de embrión.** Un total de 60 especies de las 85 estudiadas presentaron dormancia y 25 fueron no dormantes. Las seis especies que se informaron con dormancia morfológica (MD) o morfofisiológica (MPD) (*D. arboreus*, *D. tamoidea*, *O. lanceolata*, *S. didyma*, *S. laurifolia* y *S. mollis*) mostraron embriones de bajo desarrollo. En cambio, las plantas reportadas con semillas no dormantes, o que tienen dormancia fisiológica (PD), física (PY) o combinada PD+PY presentaron embriones desarrollados de tipo espatulado, lineal, doblado, plegado e invertido según la especie, género o familia a la que pertenecieron.

## DISCUSIÓN

Con relación a los frutos encontrados, comprobamos la superioridad de cuatro tipos carpológicos que en su conjunto contienen a 74 especies (87,5 %) del total, especialmente las bayas, drupas, cápsulas y legumbres (24,7, 22,7, 23,7 y 16,4 %, respectivamente). Chen *et al.* (2004) también encontraron en especies de bosques tropicales de China, pertenecientes a distintas formas de vida, la presencia mayoritaria de bayas y drupas. Posteriormente Ibarra-Manríquez y Cornejo-Tenorio (2010) obtuvieron un resultados similar en especies arbóreas del bosque tropical perennifolio de México, lo cual concuerda con nuestro resultado, considerando que la gran frecuencia de frutos en cápsulas en árboles es debido básicamente a la superioridad de estas en familias botánicas con mayor número de especies, *i.e.*



**Figura 2.** Tipos de embriones en semillas maduras: (A) *Dendropanax arboreus* (embrión rudimentario), (B) *Schoepfia didyma* (lineal pequeño), (C) *Ardisia dentata* (lineal desarrollado), (D) *Ficus maxima* (doblado), (E) *Alchornea latifolia* (espatulado), (F) *Colubrina arborescens* (inverso), (G) *Allophylus cominia* (plegado), (H) *Guazuma ulmifolia* (plegado). Las líneas blancas continuas que aparecen en las figuras A y B representan la zona donde se ubica el embrión.

Types of embryos in mature seeds: (A) *Dendropanax arboreus* (rudimentary embryo), (B) *Schoepfia didyma* (underdeveloped linear), (C) *Ardisia dentata* (developed linear), (D) *Ficus maxima* (bent), (E) *Alchornea latifolia* (spatulate), (F) *Colubrina arborescens* (investing), (G) *Allophylus cominia* (folded), (H) *Guazuma ulmifolia* (folded). The solid white line of figures A and B represents the zone where the embryo is located.

Malvaceae, Meliaceae, y Sapindaceae. Además, estos autores comprobaron, como en nuestro caso, la rareza de otras categorías carpológicas como por ejemplo la sámara.

El polimorfismo seminal (*i.e.* variación seminal) detectado en el presente estudio ha sido informado en especies de ambientes tropicales húmedos (Vázquez-Yanes *et al.* 2000). Estas diferencias en cuanto a formas planas y tridimensionales en la semilla pudieran tener implicaciones ecológicas. Es conocido que la forma seminal influye en la absorción de agua por la semilla, pues determina el grado de contacto entre esta y el suelo (Harper *et al.* 1965). En este sentido, los

autores antes referidos concluyeron que las semillas planas ofrecen mayor contacto con el suelo, con relación a los diseños esféricos; por consiguiente, el contenido de humedad de estas semillas tiende a ser más elevado que las que poseen formas planas. Igualmente los diseños alargados y con puntas benefician el enterramiento, lo que permite reducir los daños por deshidratación (Fenner 1985).

Así mismo los tipos de testa y sus indumentos no sólo tienen valor taxonómico en las especies (Flores 2002), sino también afectan la imbibición por la semilla. Testas lisas minimizan la entrada de agua a las mismas, mientras que las tuberculadas las propician (Baskin y Baskin 1998). De esta manera, superficies coliculadas, reticuladas y rugosas como las que muestran, por ejemplo, las semillas de *Cecropia peltata* L., *Adelia ricinella* L. y *S. laevis*, pudieran favorecer la entrada de agua. Mientras que las testas lisas y punctuladas, *i.e.* en la familia Clusiaceae y Rhamnaceae, y lineoladas y globuladas en *Davila rugosa* Poir. y *Clitoria ternatea* L. no deberían interferir en este proceso. Por otra parte, la presencia de mucílago en *C. peltata*, *M. calabura*, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Ficus aurea* Nutt. y *G. sagraena*, además de contribuir a fijar las semillas al sustrato, pudieran evitar su desecación (Fenner 1985). También, la alta capacidad hidrofílica del mucílago garantiza a la semilla una cantidad de agua no despreciable para la germinación, aunque puede interferir con el intercambio de oxígeno (Garwood 1996). Por su parte, la presencia de tricomas en *Turbina corymbosa* (L.) Raf., *C. pentandra*, *Hibiscus elatus* (Sw.), pudiera estar asociada a una protección contra el intemperismo. Mientras la sarcotesta en semillas de *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, el arilo en *D. rugosa*, *Matayba apetala* Radlk. y en el género *Casearia*, y el ariloide en semillas de *Trichilia* spp. y *Cupania* spp. juegan un papel importante en la diseminación de los propágulos, ya sea por ornitocoría por sus atractivos colores y por mirmecocoría por la presencia en ellas de lípidos y azúcares (Flores 2002). Estas estructuras son fácilmente atacadas por bacterias y hongos, lo cual puede favorecer la escarificación de la semilla para su germinación en condiciones naturales (Zavaleta-Mancera 2003).

Los resultados obtenidos con relación al tipo de embrión de las especies arbóreas *D. arboreus* (Araliaceae), *O. lanceolata* (Annonaceae) y *S. didyma* (Olacaceae) concuerdan con la descripción dada por Baskin y Baskin (1998) y Sautu *et al.* (2007) para las familias antes mencionadas, y también por Ferraz *et al.* (2004) para los géneros *Minquartia* y *Heisteria* pertenecientes a Olacaceae, lo cual apoyó la clasificación en cuanto al tipo de semilla para *S. didyma*. Evidencias experimentales en numerosas familias de plantas sobre crecimiento del embrión de semillas maduras con una baja relación E:S, corroboran que los embriones lineales como los que tienen estos géneros pueden crecer desde 50 % hasta más de 1.000 % en dependencia de la especie, antes de que ocurra la emergencia de la radícula (Baskin y Baskin 2007). Por tanto, estas especies requieren de un tiempo para que ocurra la diferenciación y maduración de

los tejidos internos y se inicie la protusión de la radícula, lo que indica en las semillas la presencia de dormancia morfológica o morfofisiológica, a diferencia de las semillas que poseen embriones totalmente desarrollados (Finch-Savage y Leubner-Metzger 2006). En el presente estudio, las semillas dormantes morfológicamente constituyen una proporción pequeña del total de especies, lo cual es similar a lo reportado por Baskin y Baskin (1998) y Sautu *et al.* (2007).

También el tipo de embrión en las plantas trepadoras de los géneros *Dioscorea* y *Smilax*, está de acuerdo con la clasificación dada por Martin (1946) para ambos géneros. En el primero, el embrión está restringido a la mitad inferior de la semilla, tiene forma de cabeza, abundante endosperma y solo se encuentra en plantas monocotiledóneas. Mientras el embrión lineal pequeño en *Smilax* se puede encontrar también en plantas dicotiledóneas y se distingue porque es varias veces más largo que ancho y los cotiledones no se encuentran expandidos. Estudios realizados por D'Antuono y Lovato (2003) en semillas de *Smilax aspera* L. apoyan este resultado, al confirmar la presencia de embriones subdesarrollados en esta especie, lo cual sugiere en los diseminulos dormancia morfológica o morfofisiológica.

En el resto de las especies se identificaron nueve plantas (*M. calabura*, *G. sagraena*, *Trema micrantha* (L.) Blume, *Indigofera suffruticosa* Mill., *C. xalapensis*, *F. aurea*, *Ficus maxima* Mill., *Solanum jamaicense* Mill y *Solanum rudepanum* Dund., pertenecientes a familias botánicas reportadas por Martin (1946) y Baskin y Baskin (1998, 2007) dentro de la categoría de semillas enanas debido a que su tamaño oscila entre 0,3-2,0 mm (datos no mostrados). En estas semillas los embriones pueden ser diminutos o robustos, ocupando prácticamente toda la cavidad seminal como en *F. maxima*, o parte de la misma, *i.e.* *S. jamaicense*, además presentan diversas morfologías (Baskin y Baskin 2007). Por tanto, los que ocupan más del 50 % del interior de la cavidad seminal, deberán ser embriones desarrollados con PD, PY o combinada (PY+PD), en caso que la presenten.

En este sentido, Flores (2002) concluyó que *M. calabura* muestra embrión lineal desarrollado, los que también pueden encontrarse en semillas mayores de 2,0 mm de longitud (Baskin y Baskin 2007) como en semillas de *A. dentata*. Por su parte, *G. sagraena* y *C. xalapensis* se identificaron como embriones espatulados por pertenecer a la familia Rubiaceae y Melastomataceae, que se caracterizan por este tipo de embrión. Mientras, *T. micrantha*, *I. suffruticosa*, *F. maxima* y *F. aurea* se describen como embriones doblados por estar curvados en el eje hipocotilo-radícula, lo cual coincide con la descripción para estos géneros dada por Martin (1946). En *S. jamaicense* y *S. rudepanum* también concuerda la clasificación del embrión con la asignada por este autor para dichos géneros.

De los 76 géneros estudiados se encontraron reportes de morfología embrionaria en 33; las principales contribuciones han sido realizadas por Baskin y Baskin (1998, 2007), Flores (2002), Martin (1946), Niembro (1988) y Sautu *et al.* (2006, 2007). Sin embargo, sólo hallamos información previa a ni-

vel de especie en *Bursera simaruba* (L.) Sargent, *C. peltata*, *F. maxima*, *Trichospermum mexicanum* (DC.) Baill., *G. ulmifolia*, *H. elatus*, *Trichilia hirta* L., *Chrysophyllum cainito* L., *Bauhinia purpurea* L., *C. pinetorum*, *Sapindus saponaria* L., *Cupania americana* L., *Cupania glabra* Sw., además de las que han sido descritas (*M. calabura* y *D. arborea*).

Estudios previos han documentado que en la mayoría de las familias estudiadas concuerda el tipo de embrión según la descripción dada por los autores antes referidos. No obstante, en Asteraceae descrita por tener embrión espatulado incluso el género *Chromolaena*, consideramos que es un embrión lineal desarrollado por su forma y tamaño. En Boraginaceae comprobamos la presencia de un género lineal y otro plegado, en una familia caracterizada por embriones espatulados. También, en Solanaceae identificamos un género no lineal (*Cestrum*). Mientras, en Sapindaceae donde es usual la presencia de embriones doblados o inversos (Flores 2002) se reporta *Allophylus cominia* (L.) Sw. con embrión de cotiledones plegados, que les permite incrementar el espacio cotiledonar que favorece el establecimiento de la plántula.

En resumen, la presencia de especies arbóreas y trepadoras con embriones no desarrollados y, por tanto, con MD o MPD, como informaron Sánchez *et al.* (2012), y también con embriones desarrollados que pueden presentar otras clases de dormancia o no tener impedimento para la germinación, tal como demostraron los autores antes mencionados, coincide con los resultados obtenidos por Sautu *et al.* (2007) en árboles de un bosque tropical húmedo de Panamá. En esta forma de vida también es frecuente la presencia de cotiledones diferenciados, gruesos, carnosos, que a menudo funcionan como tejido de almacenamiento de sustancias nutritivas (Niembro 1998) que son utilizadas por el embrión durante su germinación y por la plántula durante los primeros estadios del crecimiento y desarrollo.

En contraste, en arbustos la presencia de semillas con embriones desarrollados deberá conferir a estas especies una ventaja durante la germinación y el establecimiento de la plántula, debido a que no necesitan que ocurra el crecimiento del embrión antes de la emergencia de la radícula. En cambio, en trepadoras se reporta igual diversidad de embriones con relación a los árboles, debido a la representación de plantas monocotiledóneas, que supone entre otros, embriones capitados y lateral, típicos de este grupo.

Los resultados corroboran que la variabilidad seminal encontrada en las especies estudiadas con base al tipo de embrión, justifica el mecanismo de dormancia seminal que presentan, según Sánchez *et al.* (2012), lo cual está de acuerdo con Finch-Savage y Leubner-Metzger (2006), quienes relacionaron la filogenia con la morfología embrionaria, la cantidad de tejido de reserva presente y la ausencia o presencia de clases de dormancia seminal.

## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto DB-032 del Programa Ramal de Diversidad Biológica por el financiamiento de esta investigación.

Laura A. Montejó desea expresar sus agradecimientos al programa IDEAL WILD por la ayuda concedida para la realización de parte de la presente investigación. J.A. Sánchez agradece a la Fundación Internacional para la Ciencia (IFS) por la ayuda ofrecida a través del donativo D/3536-2.

## REFERENCIAS

- Angiosperm Phylogeny Group 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Baskin JM, CC Baskin. 1998. Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego, CA., USA. Academy Press. 666 p.
- Baskin JM, CC Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14:1-6.
- Baskin JM, CC Baskin. 2007. A revision of Martin's seed classification system, with particular reference to his dwarf-seed type. *Seed Science Research* 17: 11-20.
- Chen J, TH Fleming, L Zhang, H Wang, Y Liu. 2004. Patterns of fruits in a tropical rain forest in Xishuangbanna, SW China. *Acta Oecologica* 26:157-164.
- D'Antuono LF, L Lovato. 2003. Germination trials and domestication potential of three native species with edible sprouts: *Ruscus aculeatus* L., *Tamus communis* L. and *Smilax aspera* L. *Acta Horticulturae* 598: 211-218.
- Fenner M. 1985. Seed ecology. London, UK. Chapman and Hall. 151 p.
- Ferraz IDK, NL Filho, AM Imakawa, VP Varela, FCM Piña-Rodríguez. 2004. Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazônica* 34: 621-633.
- Finch-Savage WE, G Leubner-Metzger. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist* 171: 501-523.
- Flores E. 2002. Seed biology. Chapter I. p. 13-105. In Vozzo JA ed. Tropical Tree Seed Manual. Agriculture Handbook, no. 721. Washington DC, USA. US Department of Agriculture Forest Service. 899 p.
- Font Quer P. 1968. Diccionario de Botánica. La Habana, Cuba. Instituto del Libro. 1244 p.
- Forbis TA, SK Floyd, A Queiroz. 2002. The evolution of embryo size in angiosperms and other seed plants: implications for the evolution of seed dormancy. *Evolution* 56: 2112-2125.
- Garwood NC. 1996. Functional morphology of tropical tree seedling. In Swaine MD ed. The ecology of tropical tree seedling. New York, USA. Parthenon. p. 59-130.
- Harper JL, JT Williams, GR Sagar. 1965. The behaviour of seeds in soil. Part. I. The heterogeneity of soil surfaces and its role in determining the establishment of plants from seed. *Journal of Ecology* 53: 273-286.
- Herrera RA, DR Ulloa, O Valdés-Lafont, AG Priego, AR Valdés. 1997. Ecotechnologies for the sustainable management of tropical forest diversity. *Nature & Resources* 33: 2-17.
- Ibarra-Manríquez G, G Cornejo-Tenorio. 2010. Diversidad de frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio de México. *Acta Botánica Mexicana* 90: 51-104.
- Martin AC. 1946. The comparative internal morphology of seed. AMER. Midl. *Nature* 36: 513-660.
- Montejó L, JA Sánchez, B Muñoz. 2011a. Caracterización morfológica de frutos, semillas y plántulas de *Talipariti elatum* (Malvaceae). *Acta Botánica Cubana* 210: 45-49.
- Montejó L, JA Sánchez, B Muñoz. 2011b. Características seminales de árboles de la familia Sapindaceae. *Acta Botánica Cubana* 212: 15-20.
- Muñoz B. 1998. Patrones morfológicos y fisiológicos en semillas de algunas especies arbóreas pioneras. Tesis de Maestría en Ecología y Sistemática Aplicada. La Habana, Cuba. Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA. 90 p.
- Niembro RA. 1988. Semillas de árboles y arbustos. Ontogenia y estructura. México, DF. Editorial Limusa. 285 p.
- Nikolaeva MG. 2004. On criteria to use in studies of seed evolution. *Seed Science Research* 14: 315-320.
- Sánchez JA, B Muñoz, L Montejó 2009. Rasgos de semillas de árboles en un bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario, Cuba. *Pastos y Forrajes* 32: 141-164.
- Sánchez JA, B Muñoz, L Montejó, A Gamboa. 2012. Effects of seed dormancy, cotyledon reserves and herbivory on establishment of tropical trees. Informe final del proyecto de la Fundación Internacional para la Ciencia (D/ 3536-2). Stockholm. 120 p.
- Sautu A, JM Baskin, CC Baskin, R Condit. 2006. Studies on the seed biology of 100 native species of tree in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. *Forest Ecology and Management* 234: 245-263.
- Sautu A, JM Baskin, CC Baskin, J Deago, R Condit. 2007. Classification and ecological relationships of seed dormancy in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. *Seed Science Research* 17: 127-140.
- Stearn WT. 1992. Botanical Latin. History, grammar, syntax, terminology and vocabulary. David & Charles. England. 546 p.
- Vázquez-Yanes C, A Orozco-Segovia, ME Sánchez-Coronado, M Rojas-Aréchiga, AI Batis. 2000. Seed ecology at the northern limit of the tropical rainforest in America. In Black M, KJ Bradford, J Vázquez-Ramos eds. Seed biology. Advances and applications. Wallingford, UK. CAB Internacional. p. 375-388.
- Zavaleta-Mancera HA. 2003. Anatomía de la semilla de *Cupania dentata* (Sapindaceae) con énfasis en la semilla madura. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. *Serie Botánica* 74(1): 17-29.

Recibido: 29.01.13

Aceptado: 09.01.14

