



## Relaciones entre las características morfológico-funcionales y ecológicas de especies autóctonas de meliáceas cubanas: estrategia para su empleo forestal

### Relations between morphological-functional and ecological characteristics of Cuban native species of Meliaceae: strategy for forestry management

Nancy Esther Ricardo Nápoles\*, Delhy Albert Puentes y Yamir Torres-Arias

Palabras clave: Meliaceae, especies autóctonas, morfología, ecología

Keywords: Meliaceae, native species, morphology, ecology

Recibido: 04/02/2011

Aceptado: 11/07/2011

#### RESUMEN

Las especies autóctonas de la familia Meliaceae, *Swietenia mahagoni*, *Cedrela odorata*, *Trichilia havanensis*, *Guarea guidonia* y *Trichilia hirta* se estudiaron para conocer sus características morfológico-funcionales y ecológicas, las relaciones entre ellas y la fenología, el bioclima, los tipos de suelo, la geología y las formaciones vegetales que permitan establecer una estrategia para la gestión forestal. Las relaciones morfológico-funcionales y ecológicas conformaron tres agrupaciones aunque no se evidenció una separación clara de las especies con sus características específicas por pertenecer a la misma familia y presentar afinidades morfológicas. Ellas responden en forma diferente a las interacciones ambientales. Los ecomorfos locales de estas especies están adaptados a sobrevivir en condiciones sinántropas de iluminación, velocidad de los vientos, estado del suelo y condiciones ambientales generales del territorio. Las semillas provenientes de estos ecomorfos son más efectivas que las semillas certificadas para ser utilizadas en la gestión forestal de los territorios donde habitan. Las características morfológicas, funcionales, ecológicas y habilidades competitivas de estas especies permiten su utilización en los planes de reforestación, rehabilitación y reconstrucción ecológica.

#### ABSTRACT

The Cuban native species of Meliaceae: *Swietenia mahagoni*, *Cedrela odorata*, *Trichilia havanensis*, *Guarea guidonia* and *Trichilia hirta* were assessed in order to learn their morphological-functional and ecological characteristics, their relations and the phenology, bioclimate, soil types, geology and vegetation units that will allow the establishment of a strategy for forestry management. Their morphological-functional and ecological relations are included in three groups although a clear separation among species and their specific characteristics is lacking since they all belong in the same family and therefore have morphological affinities. Their response to environmental interactions is heterogeneous. The local ecomorphs of these species are adapted to survival under synanthropic conditions of light intensity, wind velocity, soil state and general environmental conditions in their localities. Seeds from these ecomorphs are more effective than commercial seeds for forestry management. Their morphological functional and ecological characteristics and their competitive traits allow their use in forest, rehabilitation and ecological reconstruction planning.

---

\* Autor para correspondencia. nancy@ecologia.cu  
Instituto de Ecología y Sistemática,  
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente,

---

Carretera de Varona 11835, e/ Oriente y Lindero, Calabazar, Boyeros, La Habana 19, C.P. 11900, La Habana, Cuba.

## INTRODUCCIÓN

Entre los atributos de las plantas están los tipos o grupos funcionales que se relacionan con el crecimiento, reproducción, dispersión y respuesta a la tensión medio ambiental (Barbault, 1991). Ricardo *et al.* (2009) señalaron que la morfología y fisiología de las plantas, en función del clima y las características ambientales (latitud, altitud, geomorfología, disponibilidad de agua, condiciones del suelo según el tipo, estructura, textura, estabilidad de agregados, cationes intercambiables, contenido de fósforo asimilable, nitrógeno total y materia orgánica) ratifican la fisiología genética de las especies o la modifican, mediante sus mecanismos de adaptación, en dependencia de las condiciones ecológicas limitantes, por lo que una especie de la flora puede manifestar características morfológicas diferentes (altura, dimensiones de las hojas, área foliar, tamaño y grosor de las raíces) en ecótopos con disímiles condiciones ecológicas.

Diversos son los estudios descriptivos, sistemáticos y ecológicos realizados para definir la morfología de las plántulas tropicales (Del Amo, 1979; Miquel, 1987; Ricardi *et al.*, 1987; Ricardi, 1996; Torres-Arias *et al.*, 2000). Los caracteres morfológicos y funcionales de las semillas (tamaño, masa, contenido de humedad) y los estructurales indican patrones de funcionamiento bien definidos para caracterizar grupos de funcionamiento ecológico (Swaine y Whitmore, 1988; Torres-Arias, 2003).

Según Grime (1982), Rosales (1986), Martínez-Ramos *et al.* (1989), Márquez *et al.* (1990) y Garwood (1996) las estrategias que más contribuyen a la definición de grupos de funcionamiento ecológico están relacionadas con el tamaño de los frutos, la dormancia, producción, dispersión, banco y tamaño de las semillas así como los tipos, sobrevivencia y crecimiento de las plántulas.

Torres-Arias *et al.* (1990) clasificaron 170 especies forestales en función de sus habilidades competitivas en cuatro grandes grupos, teniendo en cuenta las estrategias reproductivas (tipo de fruto, relación

semillas / fruto, tamaño y masa de la semilla) y vegetativas de crecimiento y desarrollo (longitud foliar, esclerofilia, velocidad de crecimiento y densidad de la madera) donde la masa seminal y la densidad de las maderas fueron los elementos rectores que consideraron para el agrupamiento de las especies.

Herrera-Peraza *et al.* (1997) caracterizaron ocho grupos funcionales según la esclerofilia, la masa de la semilla y la dependencia micorrízica en 24 especies forestales encontrando alta y significativa asociación entre la dependencia micorrízica y la masa seminal, Muñoz *et al.* (2001) propuso patrones morfológicos y fisiológicos de semillas de especies arbóreas pioneras, Orozco *et al.* (1999) demostraron que el comportamiento de las especies, con pequeñas plántulas y raicillas, depende de los recursos ambientales con los cuales realizan un fuerte intercambio, mientras que las plántulas grandes con raíces robustas y reservas almacenadas se autoabastecen dependiendo en menor medida del ambiente. Torres-Arias (2003) agrupa las especies arbóreas en cuatro grupos funcionales, teniendo en cuenta las características de sus semillas y plántulas, de acuerdo con sus estrategias sucesionales en pioneras, colonizadoras, estabilizadoras y rezagadas.

Es conocido que los árboles amortiguan la velocidad de los vientos, ayudan a asentar el polvo y otras partículas del aire, estabilizan las pendientes, propician ciclos moderados de humedad-sequía y microclima, debajo de ellos, que son favorables para los microorganismos y la fauna. Su utilización en la reforestación aporta beneficios y servicios ambientales al restablecer o incrementar la cobertura arbórea, aumentar la fertilidad y estructura del suelo al estabilizarlos, mejorar la retención de humedad al reducir la erosión hidráulica y eólica de las laderas.

El conocimiento de grupos funcionales de especies forestales permite su utilización para lograr una adecuada cobertura arbórea en terrenos desnudos o deteriorados, lo que permite reducir el flujo rápido de las aguas de lluvia, regular el caudal de los ríos, mejorar la calidad del agua y reducir la entrada de sedimento a las aguas superficiales.

Meliaceae es una de las familias, con especies arbóreas, que en el Cretáceo-Terciario (65-70 millones de años) ascendieron a latitudes superiores desde América del Sur (Raven y Axelrod, 1974) probablemente de la región de Amazonía (Gentry, 1982). Su distribución actual es pantropical y sub-tropical, de esta última serán objeto del presente estudio *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (yamagua), *Trichilia hirta* L. (cabo de hacha), *Cedrela odorata* L. (cedro), *Trichilia havanensis* Jacq. (siguaraya) y *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba); las tres primeras con amplio areal en el continente americano (América Central, Antillas y Norte de Venezuela) y las restantes del Caribe. Estas especies, en el Archipiélago cubano, habitan en diferentes formaciones vegetales, en llanuras o pequeñas elevaciones, aunque pueden encontrarse individuos aislados hasta los 600m snm.

Herrera & Ricardo (en prensa) reportan estas especies como expansivas o sinántropas nativas. Ricardo & Herrera (2010) consideran que las expansivas cubanas integran los ecosistemas del archipiélago desde el período comprendido entre el Eoceno y el Pleistoceno y quizá desde el Holoceno temprano, estando totalmente adaptadas a las condiciones del clima, suelo y vegetación, ellas han desarrollado una estrategia de respuesta a las acciones naturales que se ejercen sobre el medio ambiente, estando preadaptadas a la acción antrópica por ello son componentes esenciales en la rehabilitación y recuperación de los ecosistemas primarios y forman parte de la barrera que se opone a las invasiones.

Estos autores proponen a *Cedrela odorata* y *Swietenia mahagoni* como extrapófitos normales por corresponder a las especies sinántropas autóctonas no endémicas, de ecología amplia aunque no agresivas que colonizan tanto a las formaciones vegetales primarias (de las cuales son oriundas) como a las secundarias y a *Guarea guidonia*, *Trichilia hirta* y *Trichilia havanensis* como intrapófitos pioneros al ser expansivas de ecología estrecha, no sobrepasan los límites del bosque latifolio, que se caracterizan por incrementar en forma explosiva el número de indivi-

duos y poblaciones cuando ocurren impactos negativos de origen natural o antrópico.

El comportamiento agresivo de estos intrapófitos pioneros responde a la capacidad de vivir temporal o permanentemente bajo el dosel arbóreo y de establecerse en claros y ecotonos.

Budowsky (1961) al estudiar los bosques de Costa Rica y Panamá califica a *Swietenia mahagoni* como pionera antrópica. Herrera-Peraza *et al.* (1997, en prensa) consideran a las especies en diferentes categorías para el manejo sostenible de los bosques tropicales en Cuba: estabilizadoras a *Cedrela odorata* y *Swietenia mahagoni* (la primera exuberante y la otra oportunista invasiva), *Guarea guidonia* restauradora estabilizadora e invasivas a *Trichilia hirta* y *Trichilia havanensis*.

Torres-Arias *et al.* (1990) proponen cuatro grupos funcionales de especies de acuerdo con sus estrategias sucesionales: pioneras, colonizadoras, estabilizadoras y rezagadas, al analizar las cinco especies de Meliaceae en estudio, se ubican en el grupo de colonizadoras. *Cedrela odorata* y *Trichilia havanensis* con estrategias *r* por presentar crecimiento rápido, baja densidad de la madera, con semillas de poca masa y reservas; con estrategias *K* a *Trichilia hirta*, *Swietenia mahagoni* y *Guarea guidonia* que tienen un crecimiento medianamente rápido, densidad de la madera intermedia y semillas de mayores masa y reservas dentro de este grupo.

Posteriormente Torres-Arias (2003) ubica las especies arbóreas en diferentes grupos funcionales considerando las características de las semillas y plántulas, al analizar las meliáceas autóctonas señala que *Cedrela odorata* tiene características reproductivas eficientes estableciéndose en ecosistemas abiertos, *Trichilia havanensis* con diversas y eficientes estrategias reproductivas se establece en diferentes ambientes, desde los claros del bosque hasta los ecosistemas estables generalmente abiertos y secos. *Trichilia hirta* con estrategia sucesional tardía que es muy eficiente en los ecosistemas cerrados y húmedos, mientras *Swietenia mahagoni* y *Guarea guidonia* son funcio-

La diseminación de *Swietenia mahagoni* y *Cedrela odorata* principalmente es anemócora, ésta ocurre cuando son más fuertes los vientos del Sur en la época de menor pluviosidad (marzo y abril), mientras en *Trichilia havanensis*, *Trichilia hirta* y *Guarea guidonia* las aves son especialmente las que dispersan las semillas atraídas por el arilo carnoso rojo o anaranjado que poseen (Albert-Puentes, 2005).

En Cuba, esta familia se considera una de las más valiosas por la calidad de la madera, por sus propiedades melíferas, insecticidas, acaricidas y oxitóxicas (Albert-Puentes, 2005), por el interés de conocer sus características ecológicas, botánicas, agrícolas y composición fotoquímica se realizaron diversos estudios en Cuba (Roig, 1935,1946; Acuña & Roig,1951; Dominici *et al.*, 1995; Fernández *et al.*, 1995; Rivero, 1995; Herrera-Peraza *et al.*, 1997; Ricardo & Rosete, 2001, 2003; Torres-Arias, 2003; Sánchez *et al.*, 2009a,b).

Nuestros objetivos son dilucidar las características morfológico-funcionales y ecológicas de *Swietenia mahagoni*, *Cedrela odorata*, *Trichilia havanensis*, *Guarea guidonia* y *Trichilia hirta*, conocer las relaciones entre éstas y la fenología, el bioclima, los tipos de suelo, la geología y las formaciones vegetales que permitan establecer una estrategia para la gestión forestal de estas especies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el período comprendido entre 1986 y el 2003 se realizaron evaluaciones morfológico-funcionales (Tabla 1) y ecológicas de las especies *Swietenia mahagoni*, *Cedrela odorata*, *Trichilia havanensis*, *Guarea guidonia* y *Trichilia hirta* en 215 localidades correspondientes a 13 provincias y el Municipio Especial Isla de la Juventud en Cuba, realizándose mediciones en ejemplares depositados en herbarios y en cinco individuos de cada especie pertenecientes a poblaciones maduras.

Tabla 1. Características morfológicas de cinco especies de la familia Meliaceae en Cuba.

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Altura de la planta                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Mediana (hasta 15m)</li> <li>Grande (superior a 15m)</li> </ul> </li> <li>2. Características foliares (imparipinnada, paripinnada)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Ángulo de la base (mínimo, máximo)</li> <li>2.2 Ángulo del ápice (mínimo, máximo)</li> <li>2.3 Largo del raquis (mínimo, máximo)</li> </ul> </li> <li>3. Características de los folíolos                             <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Cantidad de folíolos</li> <li>3.2 Distancia entre folíolos (mínimo, máximo)</li> <li>3.3 Largo del folíolo (mínimo, máximo)</li> <li>3.4 Ancho del folíolo (mínimo, máximo)</li> </ul> </li> <li>4. Características del pecíolo                             <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Largo del pecíolo (mínimo, máximo)</li> <li>4.2 Diámetro del pecíolo (mínimo, máximo)</li> </ul> </li> <li>5. Características de los nervios                             <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Cantidad de nervios</li> <li>5.2 Ángulo de los nervios (mínimo, máximo)</li> </ul> </li> <li>6. Caducidad del follaje (siempreverde, semideciduo, deciduo)</li> <li>7. Características florales                             <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 Sexualidad (monoica, dioica)</li> </ul> </li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>7.2. Soldadura de los pétalos (al androginóforo, hasta la mitad del tubo estaminal, en la base del tubo estaminal o libre)</li> <li>7.3. Tipos de estambres (libres, parcialmente o completamente soldados)</li> <li>7.4. Tubo estaminal (ciatiforme, urceolado, cilíndrico)</li> <li>7.5. Tipos de anteras (insertas, exertas)</li> <li>7.6. Rudimentos por lóbulos (dos primordios colaterales, dos primordios superpuestos)</li> <li>8. Características de las semillas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1 Tipo de semilla (anemocora angulosa)</li> <li>8.2 Diseminación (anemocora, ornitocora)</li> </ul> </li> <li>9. Época de la floración (seca, lluvia, seca-lluvia)</li> <li>10. Época de maduración del fruto (seca, lluvia, seca-lluvia)</li> </ol> |
|--|---|

Se ejecutaron un total 1780 mediciones pertenecientes a 714 ejemplares de las colecciones de los herbarios, en Cuba: Onaney Muñiz del Instituto de Ecología y Sistemática (HAC), Jardín Botánico Nacional (HAJB), en los Institutos Superior Pedagógicos de Pinar del Río (HPPR) y Villa Clara (HIVC), en las Delegaciones CITMA de Camagüey (HACC) y Santiago de Cuba (BIOECO) y en otros países: Instituto de Pruhonice (Praga, República Checa, PR), Stocolm (Suecia, S), Smithsonian Institute (Washington, US), Museo Británico (BM), New York (NY), Universidad de Hartad (Cambridge, GH).

En la naturaleza se midieron 25 hojas de cada especie presentes en diferentes condiciones ecológicas, determinándose las coordenadas y altitud de las localidades de donde procedía el material (ICGC, 1978), los tipos de suelos (Instituto de Suelos, 1973; Marrero *et al.*, 1989); la geología (Iturralde-Vinent & MacPhee, 1999), las formaciones vegetales (Capote & Berazaín, 1984; Capote *et al.*, 1989, Ricardo *et al.*, 2009), las precipitaciones (Gagua *et al.*, 1989;

Izquierdo, 1989) y el bioclima (Vilamajó *et al.*, 1989), teniéndose en cuenta el estado fenológico, altitud, tipo de suelo, geología, precipitaciones, bioclima y formaciones vegetales donde se encontraban. Se tomaron los patrones de comportamiento fenológico de las plantas en la Quinta de los Molinos (Ciudad La Habana) situada a  $23^{\circ}6'N$  y  $82^{\circ}23'W$  donde predomina el bioclima termoxerochiménico con un período seco subhúmedo (Vilamajó *et al.*, 1989).

Se consideraron como atributos de las especies: Altura de la planta, características foliares, de los folíolos, del pecíolo, de los nervios, de los órganos florales y de las semillas, el tipo de follaje y la maduración del fruto. Se midieron los índices: largo del raquis; número de folíolos; distancia entre dos pares de folíolos; largo del pecíolo; diámetro del pecíolo; largo del folíolo; ancho del folíolo; número de nervios; ángulo de un nervio; ángulo de la base, ángulo del ápice y las relaciones largo del raquis / número de folíolos, largo del raquis/distancia entre dos pares de folíolos, largo del pecíolo / diámetro del pecíolo y largo del folíolo/ancho del folíolo.

Los datos fenológicos se tomaron en porcentajes según la escala de Fournier (1974), clasificándose las especies según:

- La caducidad de sus hojas durante la temporada seca: Siempreverde cuando el árbol mantiene hasta 80% de sus hojas, semidecidua hasta 30% y decidua menos del 30%.
- Tipo de floración: Continua cuando florece y fructifica durante todo el año, temprana si ocurre en la primera etapa de la estación lluviosa (abril a primera quincena de mayo), retardada entre segunda quincena de mayo y octubre, tardía si florece en el período de seca (noviembre-marzo), oportunista si es en cualquier época del año;
- Duración de la floración y fructificación: Corta cuando ocurría durante 3 meses y larga cuando fue superior;
- Época de floración y/o fructificación según el período estacional en que ocurre la fenofase (lluvia, seca o cualquiera).

Para el tratamiento numérico de los datos se crearon dos tipos de matrices para evaluar las relaciones entre: 1- Especies (5 filas) y características morfológico-funcionales (36 columnas), 2- Especies (5 filas) y características ecológicas donde se desarrollaban las especies (por columna) según el estado fenológico (11), bioclima (16), formación vegetal (17), tipo de suelo (33), geología (17) y altitud. Se realizaron correlaciones entre las características morfológicas funcionales y las especies. Para conocer los patrones multivariados se efectuó un análisis de clúster utilizando la distancia Euclidiana para definir las relaciones entre las diferentes variables en un espacio multidimensional, en ligamento completo, y se identificaron las tendencias principales de correspondencia (entre las especies en función de las variables) con el Análisis de Correspondencia (AC) del programa Statistica (StatSoft, 1999).

Para la caracterización de frutos y semillas se coleccionaron frutos maduros sobre el árbol y almacenaron en lugar fresco hasta su dehiscencia. Las semillas se cuantificaron por fruto. Se midieron la longitud (mm) y el ancho (mm) de 100 semillas tomadas al azar de cada especie y se determinó la masa

fresca (mg) en una balanza Sartorius, precisión de 0,0001 g.

Para conocer la germinación, emergencia y los estadios iniciales de las plántulas se seleccionaron y sembraron 50 semillas de cada especie, en macetas individuales con vermiculita, en casa de vegetación. Se cuantificó la emergencia diariamente durante cinco meses. Se mantuvo la humedad del sustrato con un riego periódico y se fertilizó cada 15 días con solución estándar Long Ashton diluida 1/10 (15 ml por plántula). La caracterización morfológica y funcional de la emergencia y los estadios iniciales de las plántulas se realizó conforme a los 5 tipos de plántulas comúnmente usadas en ecología tropical propuestos por Miquel (1987).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Análisis de Correspondencia (AC), entre las variables morfológicas-funcionales y las especies, se obtuvo que los dos primeros ejes explicaron 85,9%, la mayoría (58%) de las variables no realizaban un aporte significativo en la relación, posiblemente por ser muy redundantes, de este análisis se seleccionaron aquellas que se encontraban en posición óptima de la distribución a lo largo de los ejes de variación, con las cuales se realizó un segundo AC obteniendo que los dos ejes principales explican 95,5% de la relación (Fig. 1), 80% de las variables jugaron un papel altamente significativo.

Se observan tres agrupaciones: la formada por *Trichilia hirta* y *Cedrela odorata* (Fig. 1) se correlaciona con las variables largo (mínimo y máximo) del raquis, cantidad (mínima y máxima) de folíolos, distancia mínima entre los folíolos, largo mínimo del pecíolo, ángulo (máximo y mínimo) de la base, tipo de anteras y caducidad foliar. *Swietenia mahagoni* y *Guarea guidonia* que se correlacionan con el tipo de estambre y el tubo estaminal, mientras que *Trichilia havanensis* se separa completamente correlacionándose con el ángulo máximo del ápice.

Los grupos integrados por las especies *Trichilia hirta*-*Cedrela odorata* y *Swietenia mahagoni*-*Guarea guidonia* se correlacionan con el primer eje y

negativamente entre si, *Swietenia mahagoni*-*Guarea guidonia* positivamente y *Trichilia hirta*-*Cedrela odorata* negativamente. Ambas agrupaciones responden a los mismos caracteres morfológicos funcionales aunque en diferente forma, positiva en los casos en que se correlacionan directamente con ellos o inversamente con los que caracterizan el otro grupo, como ocurre por ejemplo en la relación existente entre *Trichilia hirta*-*Cedrela odorata* con el tipo de estambre y el tubo estaminal.

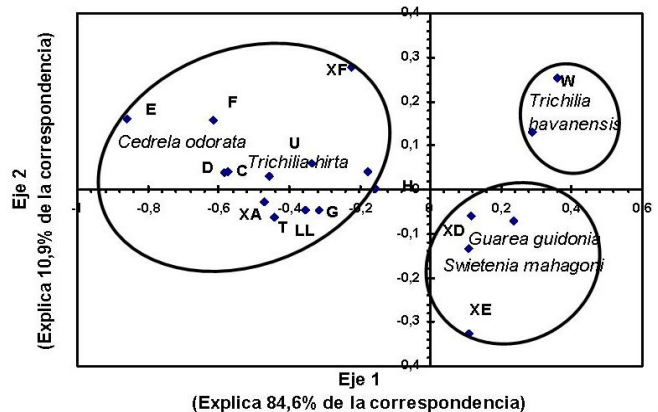


Fig. 1. Análisis de Correspondencia entre las variables morfológico-funcionales y cinco especies de la familia Meliaceae. Eje 1 y eje 2 explican 95,6% de ella. Leyenda: C- largo mínimo del raquis, D- largo máximo del raquis, E- mínima cantidad de folíolos, F- máxima cantidad de folíolos, G- mínima distancia entre folíolos, H- máxima distancia entre folíolos, LL- largo mínimo del pecíolo, T- ángulo mínimo de la base, U- ángulo máximo de la base, VV- ángulo máximo del ápice, XA- caducidad foliar, XD- tipo de estambres, XE- tubo estaminal, XF- anteras.

El grupo unitario constituido por *Trichilia havanensis* se correlaciona negativamente con los otros dos grupos, *Swietenia mahagoni*-*Guarea guidonia* y *Trichilia hirta*-*Cedrela odorata*. Las características morfológicas y funcionales conforman tres agrupaciones (Fig. 2):

**Grupo 1-** constituido por dos subgrupos:

**1-** constituido por la mínima distancia entre folíolos, caducidad foliar, tipos de antera, largo mínimo del pecíolo, tipo de estambre, tubo estaminal, máxima distancia entre folíolos;

**2-** por la mínima cantidad de folíolos, largo mínimo del raquis y máxima cantidad de folíolos

**Grupo 2-** largo máximo del raquis; ángulo mínimo de la base

**Grupo 3-** ángulo máximo de la base, ángulo máximo del ápice

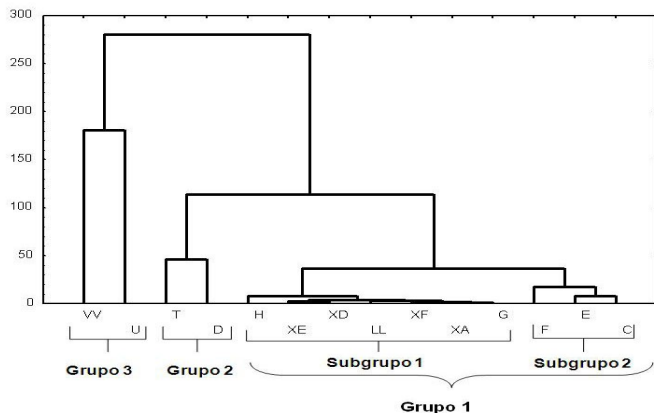


Fig. 2. Dendrograma utilizando la Distancia Euclidiana enlace completo, para los principales caracteres morfológico-funcionales de cinco especies de la familia Meliaceae. Leyenda: C- largo mínimo del raquis, D- largo máximo del raquis, E- mínima cantidad de folíolos, F- máxima cantidad de folíolos, G- mínima distancia entre folíolos, H- máxima distancia entre folíolos, LL- largo mínimo del peciolo, T- ángulo mínimo de la base, U- ángulo máximo de la base, VV- ángulo máximo del ápice, XA- caducidad foliar, XD- tipo de estambres, XE- tubo estaminal, XF- anteras.

En estos grupos no se evidencia claramente la separación de las especies según sus características específicas, en el primero están representados los caracteres que se correlacionan con los grupos observados en la Fig. 1 constituidos por *Trichilia hirta*, *Cedrela odorata* y *Swietenia mahagoni*-*Guarea guidonia*, aunque se puede constatar el estrecho vínculo existente entre el tipo de estambre y el tubo estaminal que caracterizan las especies *Swietenia mahagoni* y *Guarea guidonia* y la separación del carácter ángulo máximo del ápice que tipifica a *Trichilia havanensis*.

Este comportamiento se debe a que las especies como integrantes de la misma familia presentan características morfológicas afines que se correlacionan significativamente (Tabla 2) en algunos casos en forma negativa como sucede entre la cantidad máxima de folíolos y la altitud, el largo mínimo del peciolo con el ángulo máximo del ápice, el tubo estaminal con las anteras, mientras los estambres

además de correlacionarse negativamente con el largo mínimo del raquis, la cantidad mínima y máxima de folíolos, el ángulo máximo de la base se correlaciona en forma positiva con la altitud.

En la configuración espacial de la correspondencia entre las especies y las variables estado fenológico, bioclima y formaciones vegetales solo 75% de las variables realizaban un aporte significativo, tal vez por ser redundantes, por lo que se seleccionaron aquellas que se encontraban en posición óptima de la distribución a lo largo de los ejes de variación, con las cuales se realizó un segundo AC obteniendo que los dos ejes principales explican 97% (Fig. 3).

*Trichilia hirta* presenta correlación negativa con el Eje 1 y con los otros dos grupos de especies; *Trichilia havanensis* y *Guarea guidonia*, se correlacionan positivamente con el mismo eje. *Swietenia mahagoni* y *Cedrela odorata* negativamente con *Trichilia havanensis* y *Guarea guidonia* y con el Eje 2. *Trichilia hirta* se corresponde con las flores, el bioclima Termoxerochiménico con período seco (1-2 meses de sequía) y la vegetación secundaria.

Las especies *Trichilia havanensis* y *Guarea guidonia* se vinculan con el bioclima Termoxerochiménico con período seco, (3-4 meses de sequía), la altitud y el Complejo de vegetación de mogote, mientras que *Swietenia mahagoni* y *Cedrela odorata* se corresponden con las fenofases período de fructificación, floración y maduración del fruto y los bioclimas Bixérico con dos períodos secos 3-4 meses de sequía y Termohemeriémico semidesértico (9-11 meses de sequía).

Cuando se analiza la correspondencia de las cinco especies con los tipos de suelo, geología y las formaciones vegetales, se obtiene que los Eje 1 y Eje 2 explican 98,3% (Fig. 4). La presencia de *Swietenia mahagoni* se corresponde con dos tipos de bosque el siempreverde mesófilo sobre dos tipos de suelo y rocas el Ferralítico rojo lixiviado con rocas metamórficas y el Gley ferralítico con material calcáreo transportado, y siempreverde micrófilo sobre suelo Ferralítico rojo parduzco ferromagnésico con rocas ígneas básicas y ultrabásicas. *Swietenia mahagoni*

presenta una correlación positiva con los dos ejes. *Guarea guidonia* y *Trichilia hirta*, negativa con *Trichilia havanensis* y *Cedrela odorata*.

*Guarea guidonia* y *Trichilia hirta* se relacionan con el bosque pluvisilva de llanura sobre suelo Ferrítico

púrpura y rocas ígneas básicas y ultrabásicas; el semideciduo mesófilo en suelo Pardo sin carbonatos y rocas ígneas intermedias; el bosque siempreverde mesófilo sobre Rendzina roja y rocas carbonatadas; el matorral xeromorfo subcostero sobre Rendzina roja y rocas carbonatadas.

Tabla 2. Correlaciones significativas entre las características morfológico-funcionales de cinco especies de la familia Meliaceae para  $p < 0,05$ . Leyenda: C- largo mínimo del raquis, D- largo máximo del raquis, E- cantidad mínima de folíolos, F- cantidad máxima de oliolos, G distancia mínima entre foliolos, T- ángulo mínimo de la base, LL- largo mínimo pecíolo, H- distancia máxima entre folíolos, U-ángulo máximo de la base, W- ángulo máximo del ápice, X- altitud, XA- caducidad, XD- estambres, XE- tubo estaminal, XF- anteras.

|    | D    | E    | F     | G    | T    | LL    | XA   | XD    | XF    |
|----|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|
| C  | 0,99 | 0,93 | 0,95  | 0,93 | 0,91 |       |      | -0,92 |       |
| E  |      |      |       | 0,89 | 0,89 |       | 0,88 | -0,98 |       |
| F  | 0,91 | 0,98 |       |      |      |       |      | -0,99 |       |
| G  |      |      |       |      | 0,98 |       |      |       |       |
| H  |      |      |       | 0,93 | 0,99 |       |      |       |       |
| U  |      | 0,97 | 0,93  |      |      |       | 0,95 | -0,96 |       |
| W  |      |      |       |      |      | -0,95 |      |       |       |
| X  |      |      | -0,90 |      |      |       |      | 0,92  |       |
| XA |      |      |       |      |      | 0,92  |      |       |       |
| XE |      |      |       |      |      |       |      |       | -0,92 |

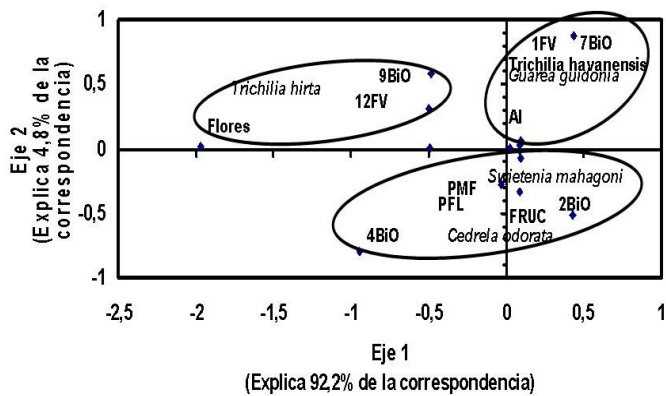


Fig. 3. Análisis de Correspondencia entre la fenología, bioclimas y formaciones vegetales de cinco especies de la familia Meliaceae. Los Eje 1 y Eje 2 explican 97%. Leyenda: 1FV- Complejo de vegetación de mogote, 12 FV- Vegetación secundaria, 2Bio- Bixérico con dos períodos secos 3-4 meses de sequía, 4Bio-Termohemeriémico semidesértico (9-11 meses de sequía), 7Bio-Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía), 9Bio-Termoxerochiménico con período seco (1-2 meses de sequía), Flo- flores, PMF-período de maduración del fruto, PFL- período de floración, FUC- período de fructificación, Al- altitud.

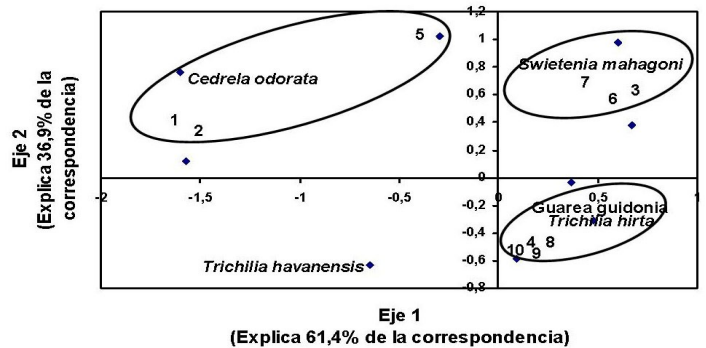


Fig. 4. Análisis de Correspondencia de cinco especies de la familia Meliaceae con los tipos de suelo, geología y formaciones vegetales. Los Eje 1 y Eje 2 explican 98,3. Leyenda: 1- Ferralítico cuarcítico amarillento lixiviado, rocas ígneas ácidas, bosque semideciduo mesófilo 2- Ferralítico rojo, rocas carbonatadas, bosque siempreverde mesófilo, 3- Ferralítico rojo lixiviado, rocas metamórficas, bosque siempreverde mesófilo. 4- Ferrítico púrpura, rocas ígneas básicas y ultrabásicas, pluvisilva de llanura, 5- Ferralítico pardo rojizo, rocas ígneas ácidas, bosque semideciduo mesófilo, 6- Ferralítico rojo pardusco ferromagnésico, rocas ígneas básicas y ultrabásicas, bosque siempreverde micrófilo, 7- Gley ferralítico, material calcáreo transportado, bosque siempreverde mesófilo, 8- Pardo sin carbonatos, rocas ígneas intermedias, bosque semideciduo mesófilo, 9- Rendzina roja, rocas carbonatadas, bosque siempreverde mesófilo, 10- Rendzina roja, rocas carbonatadas, matorral xeromorfo subcostero.



*Guarea guidonia* y *Trichilia hirta* se correlacionan positivamente con el Eje 1 y con *Swietenia mahagoni*, negativamente con el Eje 2 y positivamente con *Trichilia havanensis* que se separa completamente. Estas dos especies se correlacionan con el pluvisilva de llanura sobre suelo Ferrítico púrpura, rocas ígneas básicas y ultrabásicas, el bosque siempreverde mesófilo sobre Rendzina roja y rocas carbonatadas, el bosque semidecíduo mesófilo sobre suelo Pardo sin carbonatos y rocas ígneas intermedias y el matorral xeromorfo subcostero sobre Rendzina roja y rocas carbonatadas.

*Trichilia havanensis* aunque aparentemente no presenta caracteres diferenciales en cuanto al tipo de suelo, geología y formaciones vegetales está corre-

lacionada negativamente con los grupos que forman a *Guarea guidonia-Trichilia hirta* y *Swietenia mahagoni* y positivamente con *Cedrela odorata*.

Al analizar estas especies con distintos grupos de variables ambientales se evidencia que ellas se relacionan en forma diferente según sea el conjunto que se analice como es el caso de fenología con sus fenofases, bioclima y formaciones vegetales (Tabla 3) o los tipos de suelo, geología y formaciones vegetales (Tabla 4). Sin embargo, estas características en la naturaleza no están separadas, ellas actúan vinculadas entre sí, porque existe una organización sistémica activa donde existe una interacción interrelación de sus elementos.

Tabla 3. Correspondencia entre los grupos de especies y la fenología, el bioclima y la formación vegetal.

| Grupo de especies                                       | Fenofases   | Bioclima   | Formación Vegetal                |
|---|---|--|----------------------------------|
| <i>Trichilia havanensis</i> -<br><i>Guarea guidonia</i> |   | -Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)   | Complejo de vegetación de mogote |
| <i>Trichilia hirta</i>                                  | Flores  | -Termoxerochiménico con período seco (1-2 meses de sequía)   | Vegetación secundaria            |
| <i>Swietenia mahagoni</i> -<br><i>Cedrela odorata</i>   | Período de fructificación, floración y maduración del fruto | Bixérico con dos períodos secos 3-4 meses de sequía<br>Termohemeriémico semidesértico (9-11 meses de sequía) |                                  |

El análisis integral de todas las variables en relación con las cinco especies de Meliaceae (Fig. 1) dio como resultado, en el Análisis de Correspondencia, que las especies se agruparan de la misma forma que en el caso donde se relacionaron los tipos de suelo, geología y formaciones vegetales (Fig. 4), o sea, sólo conforman un grupo *Guarea guidonia* y *Trichilia hirta* mientras que las otras especies se aíslan en forma independiente aunque presentan correlaciones con algunas especies.

*Swietenia mahagoni* se relaciona con la cantidad de semillas por fruto y la fructificación, el bioclima Ecuatorial típico sin períodos secos, el bosque de galería sobre suelo Oscuro plástico gleyzoso y rocas ígneas básicas, la agrupación constituida por *Guarea guidonia-Trichilia hirta* se correlaciona negativamente con

la especie anterior y se corresponde con los suelos Ferralítico rojolixiviado, Ferralítico rojo lixiviado laterizado, Fersialítico rojo pardusco ferromagnésico, Gley ferralítico y arenas silíceas, sobre carso desnudo y material calcáreo transportado *Trichilia havanensis* se correlaciona negativamente con las dos especies anteriores y muestra correspondencia con los días que requiere para germinar, el bioclima Termoxerochiménico con período seco subhúmedo de 1-2 meses de sequía y el suelo Rendzina roja.

*Cedrela odorata* se separa completamente pero se correlaciona negativamente con las variables que diferencian a *Trichilia havanensis* y *Swietenia mahagoni*; la última también se relaciona con *Guarea guidonia-Trichilia hirta*.

Tabla 4. Correspondencia entre los grupos de especies y el conjunto de la formación vegetal, tipo de suelo y geología.

| Grupo de especies                       | Formación Vegetal             | Tipo de Suelo   | Geología   |
|---|-------------------------------|---|--|
| <i>Swietenia mahagoni</i>               | Bosque siempreverde mesófilo  | Ferralítico rojo lixiviado<br>Gley ferralítico                            | Rocas metamórficas<br>Material calcáreo transportado |
|   | Bosque siempreverde micrófilo | Fersialítico rojo pardusco ferromagnésico                                 | Rocas ígneas básicas y ultrabásicas                  |
| <i>Guarea guidonia- Trichilia hirta</i> | Bosque pluvisilva de llanura  | Ferrítico púrpura   | Rocas ígneas básicas y ultrabásicas                  |
|   | Bosque semideciduo mesófilo   | Pardo sin carbonatos  | Rocas ígneas intermedias                             |
|   | Bosque siempreverde mesófilo  | Rendzina roja   | Rocas carbonatadas                                   |
|   | Matorral xeromorfo subcostero | Rendzina roja   | Rocas carbonatadas                                   |
| <i>Trichilia havanensis</i>             |                               |   |  |
| <i>Cedrela odorata</i>                  | Bosque semideciduo mesófilo   | Ferralítico cuarcítico amarillento lixiviado<br>Fersialítico pardo rojizo | Rocas ígneas ácidas                                  |
|   | Bosque siempreverde mesófilo  | Ferralítico rojo  | Rocas carbonatadas                                   |

Estas especies forman parte de un sistema, o lo que es lo mismo una unidad compleja donde confluyen las particularidades intrínsecas de las especies y la influencia de la totalidad de las características ambientales del sistema que la integra, existe una interacción e intercambio imprescindibles con el entorno, o sea, las interacciones entre los diferentes componentes que generan cualidades no existentes en ninguno, en forma independiente o en forma individual, sino que estas interacciones ecológicas son las caracterizadoras de la complejidad global sistémica,

por lo que cuando se estudian algunos de los componentes que se relacionan con las especies en forma separada, los resultados que se obtienen son parciales y en ocasiones originan apreciaciones no objetivas, desde luego en los estudios ecológicos no siempre es posible estudiar en su totalidad todos los elementos que intervienen.

#### Caracterización ecológica de las especies

***Cedrela odorata***: Arbórea autóctona, presenta como promedio por fruto, 34 semillas pequeñas y

Tabla 5. Valores promedios de: semillas por fruto (S/F), masa fresca (MFS), semillas por kilogramo (S/Kg), inicio y término de la germinación (ITG), germinación (G) y tipo de plántula (TPL)

| Nombre científico           | Nombre vulgar          | S/F | MFS (mg) | S/Kg   | ITG (días) | G (%) | TPL                 |
|-----------------------------|------------------------|-----|----------|--------|------------|-------|---------------------|
| <i>Cedrela odorata</i>      | cedro, cedro hembra    | 34  | 19.65    | 50 890 | 9 -20      | 95    | Epigea foliácea     |
| <i>Guarea guidonia</i>      | yamao, yamagua         | 4   | 619.04   | 1 615  | 26 -50     | 75    | Hipogea carnosa     |
| <i>Swietenia mahagoni</i>   | caoba de Cuba,         | 56  | 172.31   | 5 803  | 12 -38     | 90    | Hipogea carnosa     |
| <i>Trichilia havanensis</i> | siguaraya              | 2   | 39.59    | 25 290 | 15 -32     | 85    | Epigea foliácea     |
| <i>Trichilia hirta</i>      | cabo de hacha, jubabán | 3   | 58.89    | 17 597 | 20 -40     | 70    | Semihipogea carnosa |

secas (Tabla 5), germina entre los 9-20 días, con 95% de germinación, las plántulas son epigea foliáceas, habita en altitudes de hasta 500m, prefiere suelos bien drenados, es abundante en las formaciones primarias (bosques semideciduo mesófilo, siempreverde mesófilo, pluvisilva montano, de galería) y secundarias (vegetación secundaria), en los estratos dominante y/o dominado.

Es heliófila facultativa; se adapta a las condiciones ambientales existentes pudiendo desarrollarse plenamente en hábitats que sufren alteraciones, su presencia es frecuente en ecosistemas estacionalmente abiertos con abundante luz. Crece sobre los tipos de

suelo y rocas (Tabla 6) Ferralítico, Fersialítico, Pardos, Rendzina, Ferrítico, poco evolucionado esquelético y urbano, rocas ígneas ácidas, metamórficas, carbonatadas, ígneas básicas y ultrabásicas.

Herrera (2007) reporta esta especie para las formaciones vegetales bosques siempreverde micrófilo y secundario, complejo de vegetación de mogote, vegetación ruderal y cultivada. Herrera-Peraza *et al.* (en prensa) señalan que las semillas de esta especie son del tipo ortodoxa, que toleran la sequía y largo períodos en los suelos de los bosques, la clasifican como estabilizadora exuberante para ecosistemas húmedos, salinos y secos.

Tabla 6. Formaciones vegetales, suelo, geología y bioclima donde aparece *Cedrela odorata* L. (cedro).

| FORMACION VEGETAL            | SUELO  | GEOLOGIA   | BIOCLIMA  |
|------------------------------|--|--|---|
| Bosque de galería            | -Aluvial   |  | -Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)  |
| Bosque semideciduo mesófilo  | -Ferralítico cuarcítico amarillento lixiviado<br>- Ferralítico rojo<br>-Ferralítico rojo lixiviado laterizado<br>- Fersialítico pardo rojizo<br>-Pardo con carbonatos<br>-Rendzina negra<br>-Rendzina roja | -ígneas ácidas (granito)<br>-carbonatadas<br>-metamórficas | - Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)<br>- Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía)<br>- Termoxerochiménico con período seco (5-6 meses de sequía) |
| Bosque siempreverde mesófilo | -Ferralítico rojo<br>-Rendzina negra<br>-Ferrítico púrpura<br>-Fersialítico rojo pardusco ferromagnésico   | -carbonatadas<br>-ígneas básicas y ultrabásicas            | - Ecuatorial húmedo estacional.<br>- Termoxérico sin períodos secos   |
| Pluvisilva montana           | -Poco evolucionado esquelético<br>-Rendzina roja   | -metamórficas y carbonatadas<br>-carbonatadas              | - Ecuatorial húmedo estacional.<br>- Termoxérico sin períodos secos   |
| Vegetación secundaria        | -Zona urbana   |  | - Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)   |

Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia (1987) analizan que las especies con semillas ortodoxas se establecen en los espacios abiertos con abundante luz y producen numerosas semillas pequeñas generalmente secas. Torres-Arias *et al.* (1990) y Torres-Arias (2003) la clasifican como colonizadora con estrategia *r*, de rápido crecimiento, madera ligera y efi-

cientes características reproductivas (gran producción de semillas con poca humedad, masa y reservas, plántulas con cotiledones epigeos foliáceos fotosintetizadores) que se establecen en las primeras etapas sucesionales, generalmente en ecosistemas abiertos.

***Guarea guidonia***: Arbórea autóctona, por fruto presenta como promedio 4 semillas grandes, con masa fresca de 619.04 mg denotando alto contenido de humedad que les permite establecerse en ecosistemas cerrados, germina entre los 26 y 50 días (Tabla 5), heliófila facultativa, medra al sol y a la sombra, habita altitudes de hasta 800m, es muy abundante y agresiva, funciona eficientemente en ecosistemas estables típica de formaciones primarias y secundarias, en los estratos dominante y/o dominado, se localiza en los bosques semideciduo mesófilo, siempreverde mesófilo, pluvisilva montano, pluvisilva de llanura, siempreverde micrófilo, de galería, matorral xeromorfo subcostero, complejo de vegetación de mogote y vegetación secundaria. Sobre suelos: Aluvial, Ferralítico, Ferrítico, Fersialítico, Pardo, Rendzina, Gley, Oscuro plástico, poco evolucionado esquelético, Cenagoso y Turba (Tabla 7).

Herrera-Peraza *et al.* (en prensa) la clasifica para los ecosistemas húmedos como estabilizadora restauradora, con estrategia *K*. Torres-Arias *et al.* (1990) y Torres-Arias (2003) la clasifican como colonizadora estrategia *K*, con crecimiento relativamente rápido, madera medianamente pesada y semillas grandes, con gran contenido de humedad, masa y reservas, plántulas con cotiledones hipogeos carnosos que se establecen en ecosistemas estables, generalmente cerrados y húmedos.

***Swietenia mahagoni***: Arbórea autóctona, promedia 56 semillas por fruto, medianamente grandes con una masa fresca por semilla de 172.31 mg, se caracteriza por presentar alto porcentaje de germinación ocurriendo entre los 12 y 38 días, las plántulas presentan cotiledones hipogeo carnosos (Tabla 5), es heliófila facultativa, prospera al sol y a la sombra, habita altitudes de hasta 800m, tolera el mal drenaje y las condiciones planícolas, es abundante en formaciones primarias y secundarias, arbóreas y arbusivas, en los estratos dominante y/o dominado, se localiza en el matorral xeromorfo costero, matorral xeromorfo costero y subcostero, matorral xeromorfo sobre serpentinita, en los bosques semideciduo mesófilo, siempreverde mesófilo, siempreverde micrófilo, de galería. Esta especie es más frecuente

su presencia sobre los suelos ferralíticos y fersialíticos (Tabla 8).

Herrera (2007) la reporta en los bosques de ciénaga y secundario, el matorral secundario, la vegetación ruderal y terrenos cultivados. Herrera-Peraza *et al.* (en prensa) señalan que las semillas de estas especies son recalcitrantes, estando adaptadas a sobrevivir en lugares con relativa estabilidad hídrica como en el interior de los bosques donde las semillas germinan rápidamente.

Torres-Arias *et al.* (1990) la incluyen en el grupo de las colonizadoras con estrategias *K* de semillas grandes, moderado crecimiento y maderas pesadas, según Torres-Arias (2003) es típica de ecosistemas estables, posee grandes reservas seminales estableciéndose en fases sucesionales avanzadas, la clasifica para los ecosistemas húmedos como estabilizadora oportunista.

***Trichilia havanensis***: Arbórea autóctona, promedia 2 semillas medianamente pequeñas por fruto con 39.59 mg de masa fresca (Tabla 5), que germinan entre los 15 y 32 días, heliófila facultativa, crece al sol y a la sombra, habita altitudes de hasta 800m, integra la vegetación primaria como dominante o dominada, su número aumenta notablemente con los impactos hasta convertirse en dominante, se localiza en bosques semideciduo mesófilo, siempreverde mesófilo, siempreverde micrófilo, pluvisilva montana, pluvisilva de llanura, de galería, complejo de vegetación de mogote, matorral xeromorfo subcostero y vegetación secundaria. Es más frecuente encontrar esta especie en suelos Ferralíticos y rocas carbonatadas (Tabla 9).

Herrera (2007) la reporta en áreas cultivadas y Herrera-Peraza *et al.* (en prensa) en el grupo de las estabilizadoras oportunistas para ecosistemas húmedos, secos y salinos. Torres-Arias *et al.* (1990) la definen como colonizadora con estrategia intermedia *r-K*. Torres-Arias (2003) considera que esta especie tiene capacidades reproductivas intermedias, con plántulas de cotiledones epigeos foliáceos presentando gran amplitud de nichos.

Tabla 7. Formaciones vegetales, suelo, geología y bioclima donde se localizó a *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (yamagua)

| FORMACION VEGETAL                | SUELO   | GEOLOGIA   | BIOCLIMA  |
|----------------------------------|---|--|---|
| Bosque de galería                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aluvial</li> <li>-Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo</li> <li>-Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado</li> <li>-Ferrítico púrpura</li> <li>-Fersialítico pardo rojizo</li> <li>-Fersialítico pardo rojizo</li> <li>-Pardo con carbonatos</li> <li>-Pardo con carbonatos parcialmente gleyzado</li> <li>-Rendzina roja</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-metamórficas</li> <li>-arenas silíceas</li> <li>-ígneas básicas y ultrabásicas</li> <li>-ígneas ácidas (granito)</li> <li>-ígneas intermedias</li> <li>-material calcáreo transportado</li> <li>-carbonatadas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bixérico con dos períodos secos (3-4 meses de sequía)</li> <li>-Ecuatorial húmedo estacional.</li> <li>-Termoxérico sin períodos secos</li> <li>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)</li> <li>- Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)</li> </ul>                    |
| Bosque semideciduo mesófilo      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ferralítico rojo</li> <li>-Ferralítico rojo lixiviado laterizado</li> <li>-Ferrítico púrpura</li> <li>-Fersialítico pardo rojizo</li> <li>-Pardo con carbonatos</li> <li>-Pardo sin carbonatos</li> <li>-Rendzina negra</li> <li>-Rendzina roja</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- carbonatadas</li> <li>- metamórficas</li> <li>-ígneas básicas y ultrabásicas</li> <li>- ígneas ácidas (granito)</li> <li>-ígneas intermedias</li> <li>carbonatadas</li> <li>-carbonatadas</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ecuatorial húmedo estacional</li> <li>-Termoxérico sin períodos secos</li> <li>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)</li> <li>-Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía)</li> <li>- Termoxerochiménico con período seco (5-6 meses de sequía)</li> </ul> |
| Bosque siempreverde mesófilo     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo</li> <li>-Ferralítico rojo lixiviado</li> <li>-Ferralítico rojo lixiviado</li> <li>-Gley ferralítico</li> <li>-Oscuro plástico gleyzoso</li> <li>-Rendzina negra</li> <li>-Rendzina roja</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-metamórficas</li> <li>- metamórficas</li> <li>ígneas básicas</li> <li>-material calcáreo transportado</li> <li>-material carbonatado transportado</li> <li>-rocas carbonatadas</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ecuatorial húmedo estacional</li> <li>-Termoxérico sin períodos secos</li> <li>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)</li> <li>-Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía)</li> </ul>  |
| Bosque siempreverde micrófilo    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cenagoso y Turba</li> <li>-Ferralítico rojo laterizado (mocarrero)</li> <li>-Fersialítico rojo pardusco ferromagnésial</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- carso semidesnudo</li> <li>- carbonatadas</li> <li>- ígneas básicas y ultrabásicas</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Termoxerochiménico con período seco (1-2 meses de sequía)</li> <li>-Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)</li> <li>- Termoxerochiménico con período seco (5-6 meses de sequía)</li> </ul>   |
| Complejo de vegetación de mogote |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-carso desnudo</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía)</li> </ul>  |

Tabla 7. Formaciones vegetales, suelo, geología y bioclima donde se localizó a *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (yamagua) (cont).

| FORMACION VEGETAL             | SUELO   | GEOLOGIA   | BIOCLIMA   |
|-------------------------------|---|--|--|
| Matorral xeromorfo subcostero | -Rendzina roja  | -carbonatadas  | - Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía)                                |
| Pluvisilva de llanura         | -Ferráltico rojo<br>-Ferrítico púrpura                        | -ígneas básicas y ultrabásicas<br>-ígneas básicas y ultrabásicas | -Ecuatorial típico sin períodos secos<br>-Ecuatorial húmedo estacional<br>- Termoxérico sin períodos secos |
| Pluvisilva montana            | -Poco evolucionado esquelético<br>- Rendzina roja             | -metamórficas<br>-carbonatadas                                   | -Ecuatorial húmedo estacional<br>-Termoxérico sin períodos secos   |
| Vegetación secundaria         | -Fersialítico rojo pardusco ferromagnésico<br>- Rendzina roja | - carso semidesnudo<br>- ígneas básicas y ultrabásicas           | -Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)   |

***Trichilia hirta***: Arbórea autóctona, promedia 3 semillas medianas por fruto con masa fresca de 58.89 mg, que germinan entre 20 y 40 días (Tabla 5), heliófila facultativa, se desarrolla al sol y a la sombra, habita altitudes de hasta 500m, integra la vegetación primaria, aumenta la cantidad de individuos con los impactos (antrópico y natural), es muy abundante y eficiente en ecosistemas cerrados y húmedos, típica de formaciones primarias y secundarias, de los estratos dominante y/o dominado. Se localiza en bosques semidecíduo mesófilo, siempreverde mesófilo, siempreverde micrófilo, pluvisilva de montaña, pluvisilva de llanura, de galería, matorral xeromorfo subcostero, vegetación secundaria. Es más frecuente encontrarla sobre rocas carbonatadas (Tabla 10).

Herrera (2007) encontró individuos de esta especie en campos cultivados. Herrera-Peraza *et al.* (en prensa) la consideran como estabilizadora oportunista en ecosistemas húmedos, con estrategia K, Torres-Arias *et al.* (1990) la catalogan como colonizadora con estrategia K, con un crecimiento relativamente rápido, madera medianamente ligera, semillas y reservas intermedias, Torres-Arias (2003) la define con estrategia K propia de etapas sucesionales tardías, sus plántulas presentan cotiledones

hipógeos carnosos, por lo que poseen abundantes reservas almacenadas en sus cotiledones que son transportadas paulatinamente al nuevo individuo. De Vogel (1980) señaló que las características anteriores son propias de las especies que se establecen en los bosques más cerrados y húmedos.

Las especies *Guarea guidonia*, *Trichilia hirta*, *Cedrela odorata*, *Trichilia havanensis* y *Swietenia mahagoni* por sus características morfológicas, funcionales y habilidades competitivas son muy apropiadas para utilizarlas en proyectos de recuperación de ecosistemas degradados mediante la reforestación, rehabilitación y/o restauración. Se pueden manejar estas especies de alto valor económico en las plantaciones comerciales tradicionales y para enriquecer los bosques, sean o no secundarios, y realizar la reconstrucción de ellos con la finalidad de incrementar el patrimonio forestal.

Matos & Ballate (2004) al analizar las técnicas de conservación para la recuperación de ecosistemas degradados relacionaron los conceptos de reforzamiento o enriquecimiento, reposición, rehabilitación, revegetación, reconstrucción ecológica, rescate de tierra, saneamiento ecológico y restauración ecológica.

Tabla 8. Formaciones vegetales, suelo, geología y bioclima donde se localizó a *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba).

| Formación Vegetal                       | Tipo de suelo   | Geología   | Bioclima   |
|---|---|--|--|
| Bosque de galería                       |   |  | -Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)   |
| Bosque semidecíduo mesófilo             | - Arenoso cuarcítico<br>-Ferralítico rojo lixiviado laterizado<br>-Ferralsítico pardo rojizo<br>-Rendzina negra   | -arenas silíceas<br>-carso semidesnudo<br>-metamórficas<br>-ígneas ácidas (granito)<br>-metamórficas<br>- carbonatadas                                       | -Termoxérico sin períodos secos.<br>-Ecuatorial húmedo estacional<br>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período medianamente seco (3-4 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco (5-6 meses de sequía) |
| Bosque siempreverde mesófilo            | -Ferralítico rojo<br>-Ferralítico rojo lixiviado<br>-Ferrítico púrpura<br>-Gley ferralítico<br>-Húmico carbonático gleyzoso<br>-Oscuro plástico gleyzoso      | -ígneas básicas y ultrabásicas<br>-metamórficas<br>-ígneas básicas<br>-material calcáreo transportado<br>-carbonatadas<br>-material carbonatado transportado | -Termoxérico sin períodos secos.<br>-Ecuatorial húmedo estacional<br>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período medianamente seco (3-4 meses de sequía)   |
| Bosque siempreverde micrófilo           | -Ferralítico rojo laterizado (mocarrero)<br>-Ferrítico púrpura<br>-Ferralsítico pardo rojizo<br>-Ferralsítico rojo pardusco ferromagnésico<br>-Rendzina negra | -metamórficas<br>-ígneas básicas y ultrabásicas<br>-ígneas intermedias<br>-carbonatadas  | -Bixérico con dos períodos secos (3-4 meses de sequía)<br>-Termohemeriémico semidesértico (9-11 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco (5-6 meses de sequía)   |
| Matorral xeromorfo costero              | Rendzina roja   | -carbonatadas  | -Bixérico con dos períodos secos (3-4 meses de sequía)   |
| Matorral xeromorfo costero y subcostero | Gley ferralítico  | -material calcáreo transportado  | -Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)   |
| Matorral xeromorfo sobre serpentina     | Ferralítico rojo  | -ígneas básicas y ultrabásicas   | -Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)   |

Tabla 9. Formaciones vegetales, suelo, geología y bioclima donde se localizó a *Trichilia havanensis* Jacq. (siguaraya).

| Formación Vegetal                | Tipo de suelo  | Geología   | Bioclima   |
|----------------------------------|--|--|--|
| Bosque de galería                | -Aluvial<br>-Ferralítico rojo<br>-Fersialítico pardo rojizo<br>-Pardo con carbonatos parcialmente gleyzado<br>-Rendzina negra  | -carbonatadas<br>-ígneas intermedias   | -Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)   |
| Bosque semideciduo mesófilo      | -Ferralítico cuarcítico amarillento lixiviado<br>-Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo<br>-Ferralítico rojo<br>-Ferralítico rojo lixiviado<br>-Fersialítico pardo rojizo<br>-Fersialítico rojo pardusco ferromagnésico<br>-Gley amarillo cuarcítico<br>-Pardo con carbonatos<br>-Pardo sin carbonatos<br>-Rendzina negra<br>-Rendzina roja | - carso desnudo<br>-ígneas ácidas (granito)<br>-metamórficas<br>-ígneas básicas y ultrabásicas<br>-carbonatadas<br>-ígneas intermedias<br>-arenas silíceas | -Termoxérico sin períodos secos<br>-Ecuatorial húmedo estacional<br>-Termoxerochiménico con período seco (1-2 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco (5-6 meses de sequía) |
| Bosque siempreverde mesófilo     | -Ferralítico rojo<br>-Ferralítico rojo laterizado mocarrero)<br>-Ferralítico rojo lixiviado<br>-Ferrítico púrpura<br>-Fersialítico pardo rojizo<br>-Rendzina negra   | -ígneas básicas y ultrabásicas<br>-metamórficas<br>-carbonatadas   | -Termoxérico sin períodos secos<br>-Ecuatorial húmedo estacional<br>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)   |
| Bosque Siempreverde micrófilo    | -Cenagoso<br>-Cenagoso y Turba<br>-Pardo<br>-Rendzina negra<br>-Rendzina roja<br>-Halomórficos   | carso desnudo-carbonatadas   | -Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico semidesértico (3-4 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco (5-6 meses de sequía)  |
| Complejo de vegetación de mogote |  | carso desnudo  | -Termoxérico sin períodos secos.<br>-Ecuatorial húmedo estacional<br>-Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía)  |



Tabla 9. Formaciones vegetales, suelo, geología y bioclima donde se localizó a *Trichilia havanensis* Jacq. (siguaraya). (cont.)

| Formación Vegetal             | Tipo de suelo   | Geología                            | Bioclima   |
|-------------------------------|---|-------------------------------------|--|
| Matorral xeromorfo subcostero | Rendzina roja   | carbonatadas                        | -Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía) |
| Pluvisilva de llanura         | Ferrítico púrpura   | ígneas básicas y ultrabásicas       | -Termoxérico sin período seco<br>-Ecuatorial húmedo estacional             |
| Pluvisilva montana            | Rendzina roja   | carbonatadas                        |  |
| Vegetación secundaria         | -Cenagoso<br>-Pardo sin carbonatos<br>-Rendzina roja<br>-Halomórficos<br>-Zona urbana | -carso semidesnudo<br>-metamórficas | -Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)       |

Tabla 10. Formaciones vegetales, suelo, geología y bioclima donde se localizó a *Trichilia hirta* L. (cabo de hacha).

| Formación Vegetal           | Tipo de Suelo  | Geología  | Bioclima   |
|-----------------------------|--|---|--|
| Bosque de galería           | -Aluvial<br>-Ferráltico rojo<br>-Gley ferráltico<br>-Rendzina roja   | - carbonatadas<br>- ígneas básicas y ultrabásicas   | -Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)   |
| Bosque semideciduo mesófilo | -Arena<br>-Arenoso cuarcítico gleyzado<br>-Ferráltico rojo<br>-Ferráltico rojo hidratado<br>-Ferráltico rojo lixiviado laterizado<br>-Ferráltico amarillento lixiviado<br>-Ferráltico pardo rojizo<br>-Oscuro plástico gleyzoso<br>-Pardo con carbonatos<br>-Pardo sin carbonatos<br>-Rendzina negra<br>-Rendzina roja | -arenas silíceas<br>-carso desnudo<br>-carso semidesnudo<br>- carbonatadas metamórficas<br>- ígneas intermedias | -Termoxérico sin período seco<br>-Ecuatorial húmedo estacional<br>-Termoxerochiménico con período seco (1-2 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco (5-6 meses de sequía)<br>-Termohemierímico semidesértico (9-11 meses de sequía) |

Tabla 10. Formaciones vegetales, suelo, geología y bioclima donde se localizó a *Trichilia hirta* L. (cabo de hacha) (cont.).

| Formación Vegetal             | Tipo de Suelo  | Geología   | Bioclima   |
|-------------------------------|--|--|--|
| Bosque siempreverde mesófilo  | -Aluvial<br>-Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo<br>-Ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado<br>-Ferralítico rojo lixiviado<br>-Ferrítico púrpura<br>-Fersialítico pardo rojizo<br>-Gley amarillo cuarcítico<br>-Gley ferralítico<br>-Rendzina negra<br>-Rendzina roja | - carbonatadas<br>- metamórficas<br>- arenas silíceas<br>- ígneas básicas y ultrabásicas<br>- ígneas intermedias<br>- depósitos carbonatados<br>- material calcáreo transportado | - Termoxérico sin períodos secos<br>- Ecuatorial húmedo estacional<br>- Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)<br>- Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía)                                 |
| Bosque siempreverde micrófilo | -Cenagoso y Turba<br>-Fersialítico rojo pardusco ferromagnésico<br>-Pardo con carbonatos<br>-Rendzina negra<br>-Rendzina roja  | -carso desnudo -ígneas básicas y ultrabásicas<br>- carbonatadas  | -Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco (3-4 meses de sequía)<br>-Bixérico con dos períodos secos (5-6 meses de sequía)<br>-Termoxerochiménico con período seco (5-6 meses de sequía) |
| Matorral xeromorfo subcostero | -Rendzina roja   | - carbonatadas   | -Termoxerochiménico con un período medianamente seco (3-4 meses de sequía)   |
| Pluvisilva de llanura         | -Ferrítico púrpura   | - ígneas básicas y ultrabásicas  | -Termoxérico sin períodos secos.<br>-Ecuatorial húmedo estacional  |
| Pluvisilva montaña            | -Rendzina roja   | - carbonatadas   |  |
| Vegetación secundaria         | -Fersialítico pardo rojizo   | - ígneas intermedias   | -Termoxerochiménico con período seco subhúmedo (1-2 meses de sequía)   |

### Meliáceas autóctonas en la reforestación

Se pueden utilizar las especies *Cedrela odorata*, *Guarea guidonia*, *Swietenia mahagoni*, *Trichilia havanensis* y *Trichilia hirta* en plantaciones mixtas combinadas con otras especies que garanticen un adecuado y estable desarrollo sucesional, utilizando fundamentalmente las razas o ecomorfos locales de estas especies por ser las mejor adaptadas al profundo deterioro de las condiciones ambientales naturales que existen en la formación vegetal que se desea reforestar y a las características ecológicas propias del ecosistema.

Los ecomorfos locales de estas especies se han adaptado a sobrevivir en condiciones sinántropas, con afectaciones suscitadas por los impactos

antrópicos al medio ambiente, con las consiguientes modificaciones de iluminación, velocidad de los vientos, estado del suelo y condiciones ambientales generales del territorio, por ello las semillas provenientes de estos ecomorfos serán más efectivas que las semillas certificadas que no están adaptadas a las condiciones ambientales generadas por las afectaciones en los diferentes territorios.

Estas meliáceas reúnen condiciones propicias para su utilización en los planes de reforestación por ser autóctonas, heliófilas facultativas, colonizadoras de diferentes etapas sucesionales, tolerantes a la competencia con amplia distribución en el país, ellas poseen diferentes estrategias de crecimiento y desarrollo (*r-K*), se reproducen fácilmente en viveros

con uniforme y alto porcentaje de germinación (Tabla 5).

Como estas especies presentan un crecimiento moderadamente rápido deben sembrarse en plantaciones heterogéneas con otras especies que puedan en su conjunto estabilizar la formación vegetal y promover la sucesión con el fin de lograr alta densidad de diferentes especies, sobre todo cuando los procesos de regeneración natural no son eficientes.

Por las características de ellas deben utilizarse las siguientes proporciones para la siembra 15% de *Cedrela odorata*, *Trichilia havanensis* y *Swietenia mahagoni* y 10% de *Guarea guidonia* y *Trichilia hirta*, la proporción que deben sembrarse de las otras especies dependería de los objetivos, la formación vegetal y de las condiciones ecológicas y ambientales del territorio.

En aquellas áreas que se desee fomentar un bosque con interés comercial las proporciones a utilizar deben ser de 50% de especies con crecimiento rápido, 35% de crecimiento intermedio y 15% de las que toleran la sombra con crecimiento lento. *Cedrela odorata* y *Swietenia mahagoni* pueden sembrarse hasta 65% por ser especies de alto valor comercial y de crecimiento rápido e intermedio respectivamente, combinadas con 20% de especies pioneras (fundamentalmente *Cecropia peltata*) y 15% de otras especies de madera dura, con valor comercial, que sean de crecimiento lento que a la vez cumplan una función estabilizadora en la plantación. Las especies pioneras a los 4 o 5 años pueden ser eliminadas mediante un raleo para favorecer el desarrollo de las especies comerciales.

En el caso de ecosistemas degradados que se deseen rehabilitar y/o restaurar con un funcionamiento similar al ecosistema predisturbio y una composición determinada de especies deben emplearse una relación entre 40 y 75% de especies pioneras; entre 60 y 25% de colonizadoras, estabilizadoras y rezagadas en proporciones similares a los ecosistemas originales.

En Cuba, generalmente en los planes de reforestación se han establecido plantaciones comerciales en plantaciones puras, al respecto Del Risco & Sotomayor (1997) señalaron que estas plantaciones no responden a las necesidades productivas ni proteccionistas aunque con su implementación han aumentado la cobertura de los bosques en detrimento de la diversidad de los ecosistemas naturales. Samek (1974) acotó que en la mayoría de los casos estas plantaciones no mantienen ni mejoran la fertilidad del suelo, principalmente las especies de follaje claro, no aprovechan enteramente el espacio (aéreo y subterráneo), son más vulnerables al fuego, los efectos del viento, los ataques de plagas de insectos y enfermedades de por hongos.

La experiencia obtenida en el transcurso de los años demuestra que las plantaciones puras de las meliáceas son muy susceptibles al ataque del minador del cogollo, por esto deben fomentarse plantaciones mixtas que producen mayores beneficios económicos y ecológicos. Torres-Arias *et al.* (2004) señalan que con las plantaciones heterogéneas se crean bosques más complejos y funcionalmente más eficientes, capaces de restablecer en breve tiempo una mejor aproximación a los ecosistemas originales.

Kageyama (1993) emplea los conceptos sucesionales (estrategias *r-K*) de las especies arbóreas en la recuperación de áreas degradadas utilizando especies de diferentes estrategias de crecimiento y desarrollo en plantaciones mixtas, Torres-Arias *et al.* (2004) proponen la creación de plantaciones heterogéneas de especies autóctonas para la rehabilitación de áreas afectadas por la actividad minera en Moa, recomendando que la proporción inicial de especies según sus habilidades competitivas y estrategias de funcionamiento sean 40% de pioneras, 30% de colonizadoras, 25% de estabilizadoras y 5% de rezagadas.

Por el deterioro de nuestros ecosistemas boscosos en cuanto a sus espacios vitales, estructura, funcionamiento y diversidad, se hace necesario realizar planes de reforestación por ser fundamentales para reducir los impactos sobre la diversidad biológica,

para ello se requiere de un cambio de mentalidad en cuanto a los métodos, selección de especies y proporciones a utilizar para lograr un manejo exitoso de los recursos forestales. La utilización de especies silvestres (autóctonas) en plantaciones mixtas con una diversidad y proporción de especies similares a los ecosistemas originales es un punto de partida para iniciar la recuperación paulatina de tan importante patrimonio forestal natural.

## CONCLUSIONES

- No se evidencia independencia morfológica entre *Swietenia mahagoni*, *Cedrela odorata*, *Trichilia havanensis*, *Guarea guidonia* y *Trichilia hirta*.
- El funcionamiento de estas especies depende de las interacciones ambientales en que se encuentren.
- Las especies presentan comportamientos afines en función del conjunto de datos que se analice: Fenofase, bioclima y formaciones vegetales o tipos de suelo, geología y formaciones vegetales.
- Los ecomorfos locales de estas especies están adaptados a condiciones sinántropas de iluminación, velocidad de los vientos, estado del suelo y condiciones ambientales.
- Las semillas de estos ecomorfos son más efectivas que las certificadas para ser utilizadas en la reforestación, rehabilitación y/o restauración de los ecosistemas.
- Estas especies por sus características morfológicas, funcionales y habilidades competitivas son muy apropiadas para utilizarlas en proyectos de reforestación, reconstrucción ecológica, rehabilitación y/o restauración.

## REFERENCIAS

- Albert-Puentes, D. 2005. Meliaceae. En: W. Greuter y R. Rankin (eds.). *Flora de la República de Cuba*. Serie A. Plantas Vasculares, Fascículo 10(5):1-44. A.R. Gantner Verlag KG. Rugeell Liechtenstein.
- Acuña, J. & J. T. Roig. 1951. Meliaceae. En: León, Hno. y Hno. Alain (eds.). *Flora de Cuba II. Contr. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio De La Salle* (10):411-419.
- Barbault, R. 1991. Conceptual framework and research issues for species diversity at the community level. Cambridge. Massachusetts. IUBS. 71 pp.
- Budowski, G. 1961. Studies on forest succession in Costa Rica and Panama. Ph.D. Thesis. New Haven: Yale Univ. 189 p. (referido por Hallé *et al.*, 1978).
- Capote, R. P. & R. Berazaín. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Rev. Jard. Bot. Nac.* 5(2): 25-75.
- Capote, R. P., N. Ricardo, A. V. González, E. E. García, D. Vilamajó & J. Urbino. 1989. Mapa de vegetación actual 1:1 000 000. *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. ICGC e Instituto de Geografía p. X.1.
- De Vogel, E.F. 1980. Seedlings of dicotyledons: Structure, development, types; descriptions of 150 woody Mallesian taxa, Centre for Agricultural Publishing and Documentation (PUDOC), Wageningen, 465 pp.
- Del Amo, S. 1979. Clave para plántulas y estados juveniles de especies primarias de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. *Biotica*, 4:59-108.
- Del Risco, E. & A. L. Sotomayor. 1997. Los recursos boscosos de Cuba. *Flora y Fauna*. Año 1. no. 1, 45-47.
- Dominicis, M. E., M. Oquendo, M. Batista & P. Herrera. 1995. Tamizaje de alcaloides y saponinas de plantas que crecen en Cuba II. Península de Guanahacabibes. *Revista Cubana de Farmacia*. 29 (1): 52-57.
- Fernández de Córdoba, H., M. Batista & R. Sarduy. 1995. Tamizaje de alcaloides y saponinas en plantas que crecen en Cuba III. Sierra del Rosario. *Revista Cubana de Farmacia* 29(1): 58-64.
- Fournier, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de las características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24(4): 422-423.
- Gagua, G., S. Zarempo, A. Izquierdo & E. Ramos. 1989. Mapa de precipitación media anual 1:2 000 000. *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. ICGC e Instituto de Geografía. P. VI 3.1.
- Garwood, N. C. 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. En *The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings* (M.D. Swaine, ed.). Man and the Biosphere Series, Vol. 18, Chapter 3. UNESCO and the Parthenon Publishing Group. 59-129.
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. *Evolutionary Biology* 15:1-81.
- Grime, J. P. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Editorial Limusa, S.A. México. 291 pp.
- Hallé, F., R. A. Oldeman & P. B. Tomlinson. 1978. Tropical trees and forests. An architectural analysis. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 441 p.

- Herrera, P. 2007. Sistema de clasificación artificial de las magnoliatas sinántropas de Cuba. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante-Universidad Forestal, España/Cuba. 299 pp.
- Herrera, P. & N. Ricardo. [en prensa]. Sistema de clasificación de las malezas cubanas, *Acta Bot. Cub.*
- Herrera-Peraza, R. A., J.D. Bever, J.M. de Miguel, A. Gómez-Sal, P. Herrera, E.E. García, R. Oviedo, Y. Torres-Arias, F. Delgado, O. Valdés-Lafont, B. Muñoz & J.A. Sánchez. En prensa. A new hypothesis on humid and dry tropical forests succession. *Act. Bot. Cub.*
- Herrera-Peraza, R. A., D. R. Ulloa, O. Valdés-Lafont, A. G. Priego, & A. R. Valdés. 1997. Ecotechnologies for the sustainable management of tropical forest diversity. *Nature & Resources* 33(1): 1-17.
- ICGC (Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía). 1978. *Atlas de Cuba*, La Habana, Cuba. 168 pp.
- Instituto de Suelos. 1973. *Génesis y clasificación de los suelos de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 315 pp.
- Iturralde-Vinent, M. A. & R. D. E. MacPhee. 1999. Paleogeography of the Caribbean region: implications for Cenozoic biogeography. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 238:1-95.
- Izquierdo, A. 1989. Precipitación media anual 1964-1983, escala 1:2 000 000. En: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Ed. Instituto de Geografía, ACC, Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, Impreso Instituto Geográfico Nacional de España. Ma-Mapa VI. 31.
- Kageyama, P.Y. 1993. Recomposicao da vegetacao com espécies arbóreas nativas em reservatórios da usinas hidrelétricas da CESP. *Série Técnica IPEF*. Sao Paulo. 8:1-43.
- Márquez, F.C., L. Silva & A. Reis. 1990. Estrategias de establecimiento de especies arbóreas o manejo de florestas tropicais. Memorias de 6to Congreso Forestal Brasileiro, Sao Paulo/Sp, Anais. 676-684.
- Marrero, A., J. M. Pérez, E. Suárez & C. Vega. 1989. Suelos. En: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Sección IX-1, ICGC e Instituto de Geografía. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana.
- Martínez-Ramos, M., G. Alvarez-Buylla & J. Sarukan. 1989. Tree demography and gap dynamics in a tropical rain forest. *Ecology* 70(3):555-558.
- Matos, J. & D. Ballate, 2004. ABC de la restauración ecológica. CENDA, Registro 2939-2004.
- Miquel, S. 1987. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, 4e serie, section B, *Adansonia*, 9:101-121.
- Muñoz, B. C., J. A. Sánchez, L. Montejo & R. Herrera-Peraza. 2001. Características morfológicas y fisiológico-fisiológicas de semillas de *Prunus occidentalis*. Comparación entre especies de diferentes estrategias sucesionales. *Ecotropicos* 14: 1-10.
- Orozco M.O., R.A. Herrera-Peraza, E. Furrázola, L. Lastres & Y. Torres. 1999. Dependencia micorrízica de seis leguminosas arbóreas tropicales. *Acta Bot. Cub.* 135:1-12.
- Raven, P. H. & L. Axelrod. 1974. Angiosperm biography and past continental movements. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 61: 539-673.
- Ricardi, M. 1996. 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., C. Hernández & F. Torres. 1987. Morfología de plántulas de árboles de los bosques del Estado Mérida. *Talleres Gráficos Universitarios*, Venezuela. 426 pp.
- Ricardo, N. & P. Herrera. 2010. Las plantas expansivas nativas de Cuba. Apófitos. *Acta Bot. Cub.* 208:17-32.
- Ricardo, N, P. Herrera, F. Cejas & L. Cabrera. 2009. Grupos morfológico-funcionales de la flora que tipifican la Altiplanicie El Toldo, Cuba. *Acta Bot. Cub.* 204:1-13.
- Ricardo, N & S. Rosete 2003. Flora sinantrópica en la Reserva de Biosfera "Península de Guanahacabibes", Pinar del Río. En: Vázquez Dávila M. A. Sociedad y Naturaleza en Cuba I. Plantas útiles. La Habana. pp.41-60.
- 2004. Flora sinantrópica en la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. *Acta Bot. Cub.* 130-155: 3-15.
- Rivero, A. O. 1995. La flora y vegetación de Villa Clara en el Jardín Botánico Provincial. *Rev. Jard. Bot. Nac.* 16: 161-167.
- Roig, J. T. 1935. El Cedro. Estudio Botánico y agrícola. En: Estación Experimental Agronómica. Santiago de las Vegas. Circular 79:1-31.
- 1946. El Cedro. Estudio ecológico de las poblaciones existentes y recomendaciones para la propagación y el cultivo comercial. *Estación Experimental Agronómica. Santiago de las Vegas* Boletín 64: 1-47.
- Rosales, J. 1986. Estrategias de crecimiento y desarrollo de plantas en la sucesión secundaria. Centros de Estudios Avanzados, IVIC, Altos del Pipe, Venezuela, 30 pp.
- Samek, V. 1974. Elementos de silvicultura de los bosques latifolios. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cu-

- Sánchez, J. A., B. Muñoz & L. Montejo. 2009a. Rasgos de semillas de árboles en un bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 32:141-164.
- Sánchez, J. A., B. Muñoz, L. Montejo & R. Herrera Peraza. 2009b. Ecological grouping of tropical trees in an evergreen forest of the Sierra del Rosario, Cuba. *Acta Bot. Cub.* 204:14-23.
- StatSoft, Inc. 1999. Statistica for Windows [computer program manual]. Tulsa, USA.
- Swaine, M.D. & T.C. Whitmore, 1988. On the definitions of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetation*. 7:81-86.
- Torres-Arias, Y. 2003. Grupos funcionales de especies forestales en base a las características de sus semillas y plántulas. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana, Cuba.
- Torres-Arias, Y., E. G. Cañizares, O. Valdes-Lafont, F. Cejas, P. Herrera & R. A. Herrera. 1990. Clasificación de especies forestales tropicales de acuerdo con sus habilidades competitivas. En 5to Congreso Latinoamericano de Botánica, Ciudad de La Habana, Palacio de las Convenciones. Resúmenes p.39.
- Torres-Arias, Y., R. A. Herrera-Peraza, J. A. Sánchez & A. Martell. 2000. Algunos aspectos de las estrategias reproductivas de *Mastichodendron foetidissimum* (Jacq.) Cronq. *Ecotrópicos*. 13(2):97-102.
- Torres-Arias, Y., M. E. Rodríguez, R. Oviedo & R. A. Herrera-Peraza 2004. Ecotecnologías para la rehabilitación de áreas afectadas por la minería en Moa. *Acta Bot. Cub.* 163-67:7-13.
- Vázquez-Yanes, C. & A. Orozco-Segovia. 1987. Fisiología ecológica de semillas en la estación de biología tropical "Los Tuxtlas", Veracruz. México. *Rev. Biol. Trop.* 35 (Supl. 1):85-96.
- Vilamajó, D., R. P. Capote, M. Fernández, I. Zamora & B. González. 1989. Mapa bioclimático escala 1-3 000 000. *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. ICGC e Instituto de Geografía. X 1.2.