

Estructura poblacional de *Phyllanthus subcarnosus* (*Phyllanthaceae*) en dos localidades, Holguín, Cuba

Population structure of *Phyllanthus subcarnosus* (*Phyllanthaceae*) in two localities of Holguín, Cuba

Anabetty Moreira Pérez¹, Dennys de Vales Fernández², José Luis Fiallo³, Beatriz Medina Morales², Luis Manuel Leyva⁴, Alicia Castañeda Correa⁴, Damián Agüero García⁵, José Luis Gómez Hechavarría⁶ y Banessa Falcón-Hidalgo^{4,*}

¹Departamento de Biología, Instituto de Ciencias del Mar, Agencia de Medio Ambiente, Calle 1ra y 186, La Habana, Cuba. C.P. 11300. ²Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Calle 25, N° 455, e/ I y J, La Habana, Cuba. C.P. 10400. ³Departamento de Gestión de Biodiversidad, Centro Nacional de Áreas Protegidas, Calle 18A, N° 4114, e/ 41 y 47, La Habana, Cuba. C.P. 11300. ⁴Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana, Carretera El Rocío km 3½, La Habana, Cuba. C.P. 19230. ⁵Laboratorio Central de Cuarentena Vegetal, Unidad de Laboratorios Centrales de Sanidad Agropecuaria, Ayuntamiento N° 231, e/ San Pedro y Lombillo, La Habana, Cuba. C.P. 10400. ⁶Jardín Botánico de Holguín, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y Tecnológicos de Holguín, CITMA, Carretera al Valle de Mayabe km 5½, Holguín, Cuba. C.P. 80100. *Autor para correspondencia (e-mail: banessa@fbio.uh.cu).

RESUMEN

Phyllanthus subcarnosus es un árbol categorizado preliminarmente como Amenazado en Cuba, del cual no existen trabajos poblacionales. Este estudio presenta la caracterización de su estructura poblacional en dos localidades de Cuba oriental, lo que proveerá información valiosa para desarrollar estrategias adecuadas de conservación. La investigación se realizó en dos localidades de la provincia Holguín: La Cejita y El Taller. En cada una se realizó un recorrido de 1,6 km, que incluyó cerca de 0,6 km fuera de las áreas protegidas, y 1 km dentro de la Reserva Florística Manejada Ceja de Melones y el Parque Nacional La Mensura-Pilotos, respectivamente. En ambas localidades se censaron los individuos encontrados, se clasificaron en juveniles o adultos, y se les midió: altura de la planta, diámetro de la base, largo mayor y menor de la copa. En La Cejita se encontraron 90 individuos (25 juveniles, 65 adultos) y en El Taller 96 (69 juveniles, 27 adultos). Dentro de las áreas protegidas, en La Cejita la estructura poblacional fue estable; mientras en El Taller, aunque la población evidenció potencialidad para reproducirse, la probabilidad de supervivencia de juveniles fue baja. En las zonas fuera de las áreas protegidas se encontró un deterioro de la estructura poblacional con respecto al interior de las mismas, debido a la deforestación, el pastoreo y la presencia de plantas invasoras. En ambas localidades se evidenció la importancia de las áreas protegidas para la protección de plantas amenazadas de extinción, ya que las poblaciones de *P. subcarnosus* presentaron una mejor condición dentro de estas.

Palabras clave: arreglo espacial, bosque de galería, Parque Nacional La Mensura-Pilotos, Reserva Florística Manejada Ceja de Melones, *Phyllanthus* sect. *Omphacodes*

ABSTRACT

Phyllanthus subcarnosus is a tree preliminary categorized as Threatened in Cuba, of which there are no population studies. The present study shows the characterization of its population structure in two locations in eastern Cuba, which will provide valuable information to develop suitable conservation strategies. The research was carried out in two localities in Holguin province: La Cejita and El Taller; at each one a route of 1.6 km was carried out, that included about 0.6 km outside the protected areas and 1 km within the Ceja de Melones Managed Floristic Reserve and La Mensura-Pilotos National Park, respectively. In both localities, all the individuals found were censused, classified into juveniles or adults, and the variables plant height, base diameter, longer and smaller length of the crown were measured. In La Cejita, 90 individuals (25 juveniles, 65 adults) were found, and in El Taller 96 (69 juveniles, 27 adults). Within the protected areas, in La Cejita, the population structure was stable, while in El Taller, although the population showed the potential to reproduce, the survival probability of juveniles was low. In zones outside the protected areas, a deterioration of the population structure concerning the inside of them was found due to deforestation, grazing, and the presence of invasive plants. At both localities, the importance of protected areas for plants threatened with extinction was evidenced, the populations of *P. subcarnosus* showed a better condition within these areas.

Keywords: spatial arrangement, gallery forest, La Mensura-Pilotos National Park, Ceja de Melones Managed Floristic Reserve, *Phyllanthus* sect. *Omphacodes*

Citación: Moreira, A., de Vales, D., Fiallo, J.L., Medina, B., Leyva, L.M., Castañeda, A., Agüero, D.J., Gómez-Hechavarría, J.L. & Falcón-Hidalgo, B. 2022. Estructura poblacional de *Phyllanthus subcarnosus* (*Phyllanthaceae*) en dos localidades, Holguín, Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 43: 109-117.

Recibido: 2 de julio de 2021. **Aceptado:** 25 de agosto de 2021. **Publicado en línea:** 15 de agosto de 2022. **Editor encargado:** José Angel García-Beltrán.

INTRODUCCIÓN

Phyllanthus L. es el género morfológicamente más diverso de la familia *Phyllanthaceae*, con aproximadamente 1 270 especies descritas (Judd & al. 2016). En el Caribe existen alrededor de 80 especies, región que se destaca por presentar un 80 % de endemismo (Acevedo-Rodríguez & Strong 2012). En Cuba habitan 50 especies nativas, con un 77 % de endemismo aproximadamente (Falcón & al. 2017),

de las cuales el 47 % están evaluadas con algún grado de amenaza de extinción (González-Torres & al. 2016). En general, en el Caribe predominan las especies arbustivas y herbáceas, aunque siete representantes del género son árboles, dos de ellos son endémicos de Cuba y las Antillas Mayores: *P. pseudocicca* Griseb y *P. subcarnosus* C. Wright, respectivamente (Falcón & al. 2020).

En el caso específico de *Phyllanthus subcarnosus*, Webster (1956-1958) notificó su presencia para el occidente y oriente de Cuba, con amplia distribución, pero con pocos individuos en las zonas donde se había recolectado. Recientemente, Medina & al. (2021) confirmaron recolectas en la región central y en cuatro localidades de Cuba oriental antes no registradas: La Cejita, El Taller, Mucaral y Montecristi, las dos primeras en Holguín y las dos últimas en Guantánamo. Por otra parte, *P. subcarnosus* ha sido evaluada preliminarmente como Amenazada, debido a que sus poblaciones son pequeñas y no exceden los 10 000 individuos maduros (González-Torres & al. 2016). Los estudios realizados sobre *P. subcarnosus* se han enfocado en su taxonomía, morfología y distribución (Webster 1956-1958, Medina & al. 2021). Recientemente, este taxón fue incluido por primera vez en un estudio filogenético del género, y se demostró que ocupa una posición filogenética ancestral dentro de los representantes del Caribe (Falcón & al. 2020). Sin embargo, no se conoce sobre la ecología de las poblaciones del mismo.

Los estudios ecológicos son vitales para estimar el grado de amenaza de un taxón (Oostermeijer 1996) y, fundamentalmente, se basan en el análisis de la estructura y funcionamiento de las poblaciones (Brigham & Thomson 2003). La estructura poblacional brinda información crucial sobre el estado de las poblaciones, del ciclo de vida de las especies y provee elementos para dilucidar el estado de conservación

de las mismas (Begoña 2002). Por su importancia, como especie endémica del Caribe y la necesidad de estudios ecológicos para esclarecer su estado de conservación, el objetivo de este trabajo es caracterizar la estructura poblacional de *Phyllanthus subcarnosus* en dos localidades: La Cejita y El Taller, Holguín, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en La Cejita y El Taller, dos localidades de la provincia Holguín, Cuba. La Cejita (20,96107° lat. N, -76,09520° long. W) se encuentra en el municipio Rafael Freyre, entre 46-48 msm (Figura 1A-B), y fue visitada el 14 de octubre de 2017 y entre el 25 y 26 de julio de 2018. El muestreo se realizó mediante un recorrido de 1,6 km por las márgenes del río Corojal, desde la aparición del primer individuo hasta que ya no se hallaron nuevos; aproximadamente 1 km se encontraba dentro de la Reserva Florística Manejada (RFM) Ceja de Melones (Figura 1C). Las plantas de *Phyllanthus subcarnosus* habitan en el bosque de galería, donde la periferia del área está formada por un matorral xeromorfo sobre serpentina. En la localidad se observó un hábitat fragmentado con indicios de pastoreo y presencia de las plantas invasoras *Albizia lebeck* (L.) Benth. y *Cyperus involucratus* Poir. Se depositó un material testigo de *P. subcarnosus* en el Herbario "Prof. Dr. Johannes Bisse" del Jardín Botánico Nacional (HAJB) (García-Beltrán & al. HFC 88831).

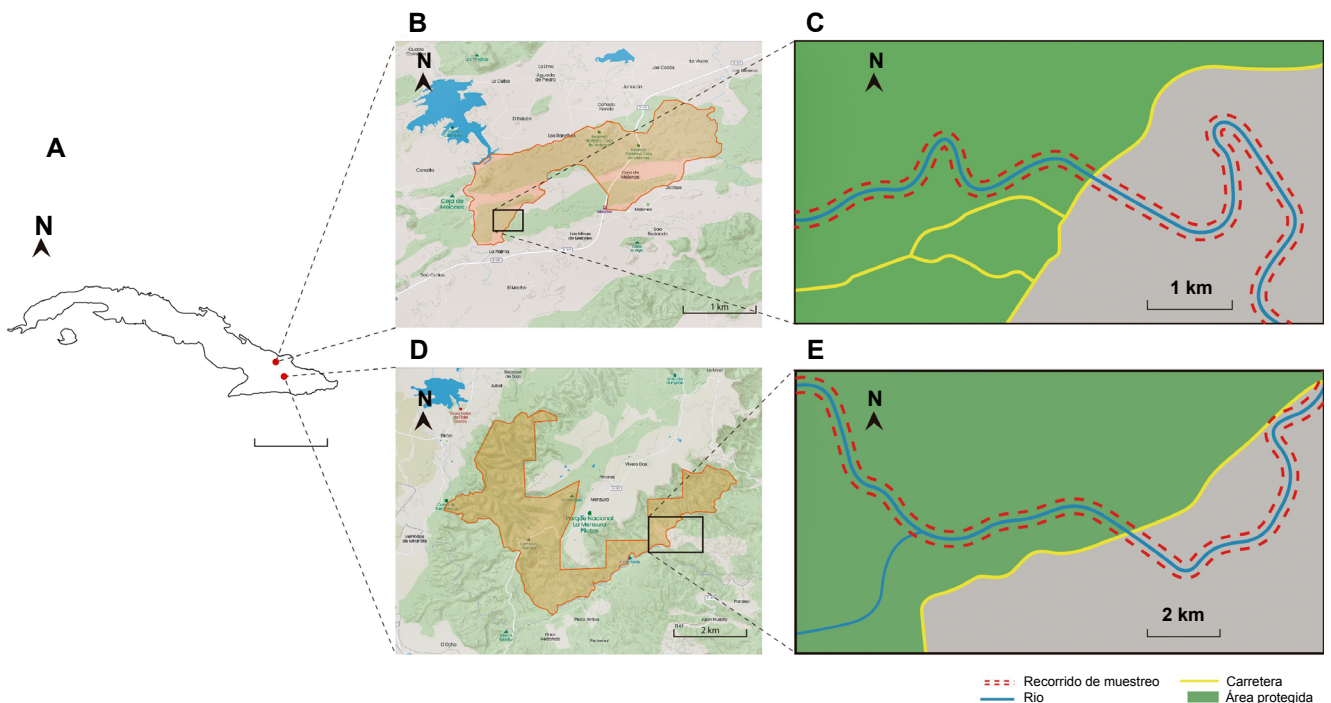


Fig. 1. Localización de las poblaciones estudiadas de *Phyllanthus subcarnosus*. **A.** Ubicación geográfica en Holguín, Cuba oriental. **B.** Reserva Florística Manejada Ceja de Melones. **C.** Área de estudio y recorrido en La Cejita, municipio Rafael Freyre. **D.** Parque Nacional La Mensura-Pilotos. **E.** Área de estudio y recorrido en El Taller, Mayarí municipal.

Fig. 1. Location of the studied populations of *Phyllanthus subcarnosus*. **A.** Geographic location in Holguín, eastern Cuba. **B.** Ceja de Melones Managed Floristic Reserve. **C.** Study area and route at La Cejita, Rafael Freyre municipality. **D.** La Mensura-Pilotos National Park. **E.** Study area and route at El Taller, Mayarí municipality.

El Taller (20,42380° lat. N, -75,80866° long. O) pertenece al municipio Mayarí, con una altura aproximada de 340 msm (Figura 1A, 1D); fue visitada los días 23 de marzo y 1ro de agosto de 2018. Se realizó un recorrido en las márgenes de Río Piloto de 1,6 km desde la aparición del primer individuo hasta que no se hallaron nuevos, de los cuales cerca de 0,8 km se muestrearon dentro de los límites del Parque Nacional (PN) La Mensura-Pilotos (Figura 1E). La población se encontró en un bosque de galería, donde la flora de la periferia del área se encuentra representada, fundamentalmente, por vegetación secundaria. En el área se observó un hábitat fragmentado con indicios de ganadería, cultivos abandonados, deforestación y poblaciones de la especie invasora *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn. Se depositó un material testigo de *Phyllanthus subcarnosus* en HAJB (Gómez & al. HFC 89902).

La especie

Phyllanthus subcarnosus (Figura 2) es una especie arbórea endémica de Cuba y La Española perteneciente a *Phyllanthus*

sect. *Omphacodes*. En Cuba se encuentra distribuida en matorrales costeros, serpentina, inframanglares y regiones calcáreas (Webster 1956-1958, Medina & al. 2021). Es un árbol de hasta 10 m de altura con ramificación filantoidea, eje subterminal con corteza lisa, de color marrón y catafilos ovados o lanceolados; hojas alternas con estípulas triangular-lanceoladas, cartáceas, con peciolo parduzco y con dos crestas adaxiales rectas o ligeramente onduladas, lámina pálida o plateada más o menos foveolada, con nervadura deprimida, las venas laterales no son claramente evidentes (Figura 2B). Las flores se encuentran en cimas bisexuales (Figura 2C), con 1-3 flores femeninas y 6-11 masculinas, aunque, en ocasiones, están formadas solamente por las femeninas. Los frutos son cápsulas globosas con un exocarpo carnoso, verdes, generalmente oblatas, de 0,50-1,35 mm de largo y de 0,85-1,63 mm ancho, con seis semillas, dos en cada lóculo, generalmente una de ellas de menor tamaño, asimétricamente trígonas, estriadas y de color pardo rojizo (Webster 1956-1958, Medina & al. 2021).

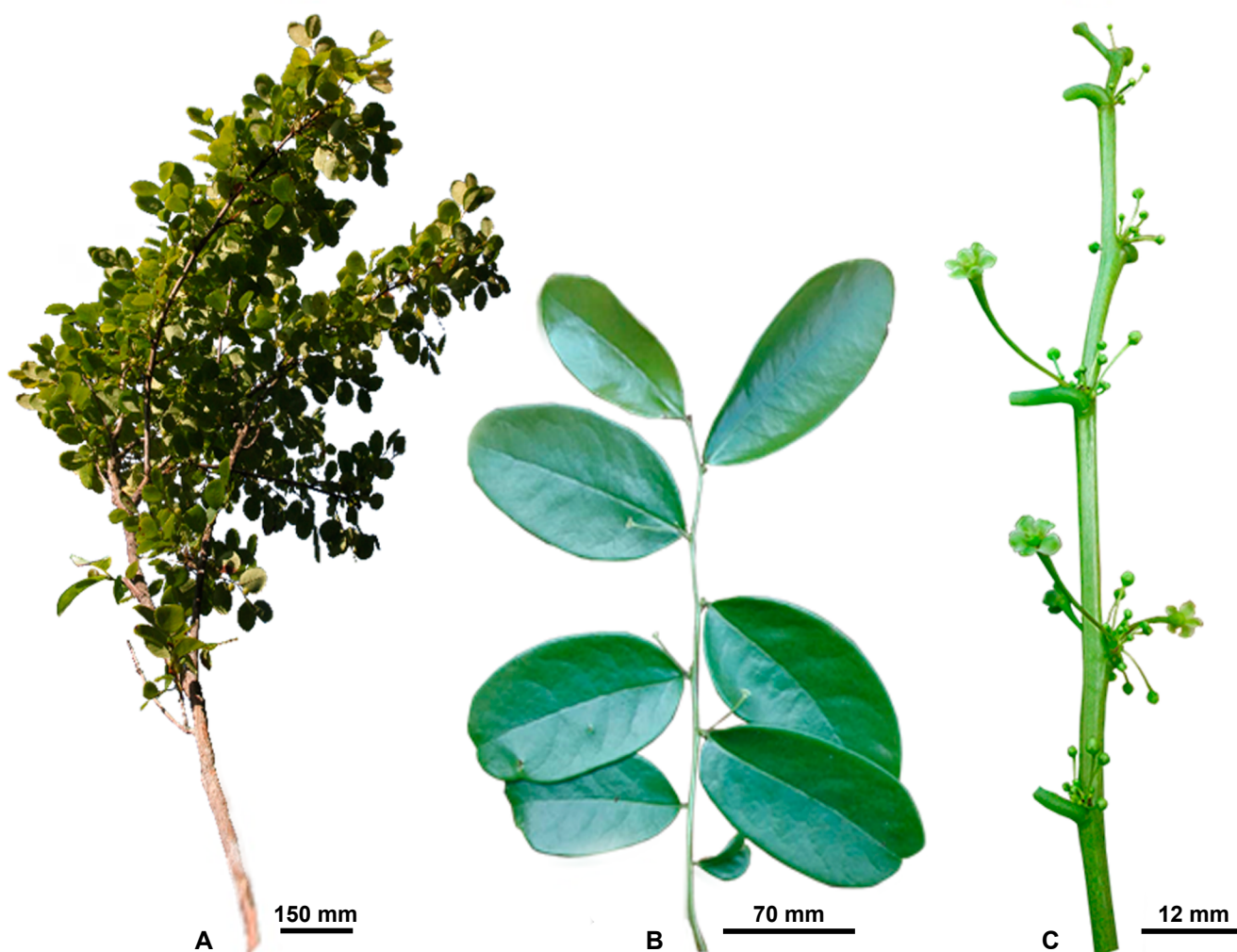


Fig. 2. *Phyllanthus subcarnosus*. **A.** Hábito de la planta. **B.** Rama florífera. **C.** Detalles de una rama con inflorescencias. Fotos: L.M. Leyva.
Fig. 2. *Phyllanthus subcarnosus*. **A.** Plant habit. **B.** Flowering branch. **C.** Details of a branch with inflorescences. Photos: L.M. Leyva.

Estructura poblacional

La estructura poblacional de *Phyllanthus subcarnosus*, en ambas localidades, se caracterizó a partir de un censo de todos los individuos presentes en las márgenes del río, desde la aparición del primero hasta que se dejaron de encontrar, en una distancia de aproximadamente 100 m. Cada individuo fue marcado y georreferenciado con un *GPS Garmin* (± 3 m de incertidumbre). Comúnmente las fenofases se definen por el tamaño mínimo de reproducción; sin embargo, esta definición está condicionada por la presencia de evidencia de reproducción (Gatsuk & al. 1980). En las especies de *Phyllanthus* con ramificación filantoidea, la presencia de ramas permanentes y ramas floríferas constituyen un indicador del grado de desarrollo de la planta (Webster 1956-1958), por lo que se establecieron dos fenofases: juveniles y adultos. Se definieron como juveniles los individuos que presentaron una sola ramificación a partir del eje principal de la planta (ramificación de primer orden) y sin evidencias de floración, y, como adultos, a los que presentaron más de una ramificación del eje principal (al menos ramificación de segundo orden) y/o evidencias de floración.

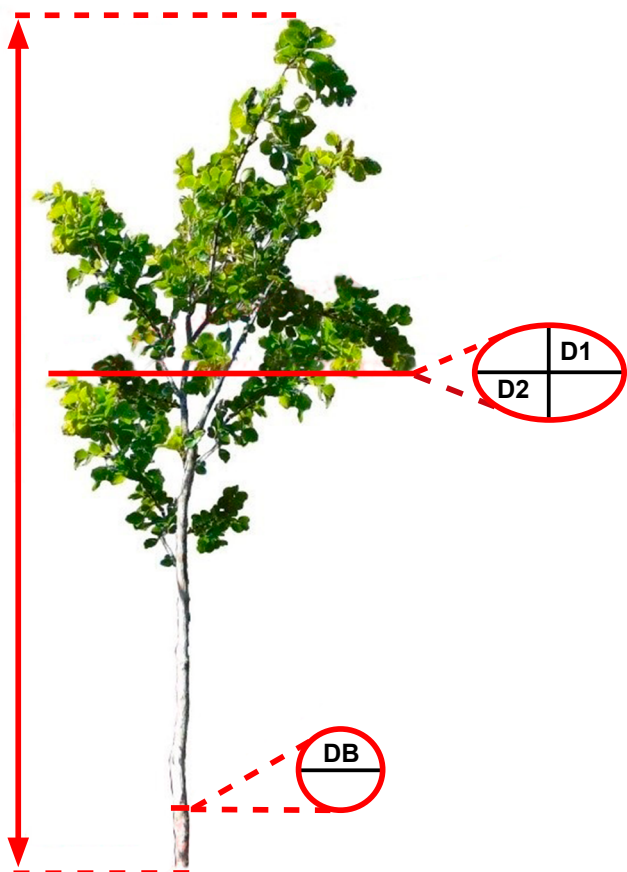


Fig. 3. Variables evaluadas en los individuos de *Phyllanthus subcarnosus*. A: Altura, DB: Diámetro de la base, D1: Largo mayor de la copa, D2: Largo menor de la copa.

Fig. 3. Variables evaluated in the individuals of *Phyllanthus subcarnosus*. A: Height, DB: Diameter of the base, D1: Greater length of the crown, D2: Shorter length of the crown.

En cada adulto se midió altura (A), largo mayor de la copa (D1), largo menor de la copa (D2) y diámetro de la base (DB) (Figura 3). Para los caracteres A, D1 y D2 se utilizó una cinta métrica ($\pm 0,1$ cm) y para DB un pie de rey ($\pm 0,1$ cm). Para cada carácter se calcularon la media, desviación estándar y rango (mínimo y máximo). Se estimó la cobertura de la copa de la planta mediante la ecuación: $C = 0,25 \cdot \pi \cdot D1 \cdot D2$ (Bongers & al. 1988). En los individuos juveniles solo fueron medidos A y DB.

Debido a la dificultad para determinar la edad exacta de las plantas, se utilizó la regla de Sturges (1926) para establecer el número de clases de estado según la fórmula $k = 1 + 3,322 (\log n)$, donde k constituye la cantidad de clases a establecer y n el número de individuos en la población estudiada. Este método plantea que el número óptimo de clases a establecer es 1, 2, 5, 10, etc., y en caso de no coincidir, debe tomarse el número inferior al resultado obtenido (Ortiz-Quijano & al. 2016). Para cada variable seleccionada, y a partir del número de individuos en cada una de las clases, se elaboró un gráfico de barras en mosaico. Además, se realizaron gráficos de este tipo para los individuos que se encontraban dentro y fuera de las áreas protegidas, respectivamente.

Las coordenadas de cada planta se utilizaron para proyectar la distribución espacial de los individuos con el uso de herramientas del programa *GoogleMaps*. Se determinó el patrón de arreglo espacial, a partir del método de Clark & Evans (1954), basado en la medición de la distancia de cada individuo con su vecino más cercano. Según este método, si el índice de dispersión (R) tiende a 0, significa que la propensión es hacia la dispersión agregada; si R tiende a 1, es hacia la dispersión al azar; y si R tiende a 2,15, hacia la dispersión uniforme. El índice de dispersión se calcula como $R = r_{a(obs)} / r_{e(esp)}$ donde $r_{a(obs)}$ es la media de distancia con el vecino más cercano y $r_{e(esp)}$ es la media esperada de distancia, calculada como $1 / 2[\sqrt{n/TA}]$, donde n es el número de individuos y TA es el tamaño del área.

Análisis de los datos

Con el objetivo de determinar si las variables evaluadas estaban asociadas entre sí, se realizaron análisis de correlación lineal simple. Previamente, se verificó el cumplimiento de la premisa de ajuste a una distribución normal bivariada en las variables, con el empleo de la prueba de Shapiro-Wilk. Al no cumplirse la premisa de normalidad, se utilizó el equivalente no paramétrico de esta prueba: la Correlación por rangos de Spearman. Se consideró una correlación biológicamente significativa para los valores del coeficiente de correlación $r_s \geq |0,7|$, según Zar (2010). El procesamiento estadístico fue realizado en el programa *Statistica v.10.0* (StatSoft 2011).

RESULTADOS

Entre las dos poblaciones de *Phyllanthus subcarnosus* estudiadas, se encontraron un total de 187 individuos. En La Cejita se hallaron 90 individuos (25 juveniles y 65 adultos), de los cuales el 88,8 % estaba dentro de la RFM Ceja de Melones. En El Taller se encontraron 96 individuos (69 juveniles y 27 adultos), con un 88,54 % dentro del PN La Mensura-Pilotos.

El patrón de arreglo espacial de *P. subcarnosus* en La Cejita y El Taller fue agregado ($R = 0,00371$ y $R = 0,01305$, respectivamente) (Figura 4), donde forman grupos en los márgenes, de entre 0-10 m de ancho aproximadamente, de los ríos en los que se trabajó. Además, en ambas localidades existió mayor número de individuos, tanto juveniles como adultos, dentro de las áreas protegidas.

Los individuos con mayores valores de altura y cobertura se localizaron en El Taller, donde la media fue 4,28 m y 4,14 m², respectivamente. Los valores máximos del diámetro de la base se encontraron en plantas de La Cejita, con una media de 0,073 m. Las variables altura, diámetro de la base y cobertura estuvieron biológicamente correlacionadas para las dos localidades, por lo que se empleó la altura en ambos casos para caracterizar la población.

El índice de Sturges, calculado con los valores de altura de las plantas para La Cejita, dio como resultado 7,491, con un rango de 7,95, mientras que para El Taller fue 6,588, con un rango de 11,95; por tanto, se establecieron cinco clases para la caracterización de ambas poblaciones: I [0-1,27 m], II [1,28-2,55 m], III [2,56-3,83 m], IV [3,84-5,11 m] y V [5,12-8,0 m]. En La Cejita se encontraron individuos juveniles y adultos que ocupaban las clases de estado de altura I, II y III, mientras que las clases IV y V solo estuvieron representadas por adultos (Figura 5A). En El Taller, los juveniles se ubicaron en las cuatro primeras clases, con la mayor cantidad en la clase I, mientras los adultos se hallaron en todas, con mayor número en la última clase (Figura 5D); por lo que se observa, forma un patrón de J invertida en su estructura (Figura 5D).

Las abundancias por clase de altura de *Phyllanthus subcarnosus*, dentro y fuera de las áreas protegidas, fueron diferentes. En la RFM Ceja de Melones existieron individuos adultos en todas las clases, y juveniles en I, II y III, solamente (Figura 5B); mientras que fuera de la reserva, la clase II no presentó individuos y las restantes solo presentaron adultos (Figura 5C). En el PN La Mensura-Pilotos existieron adultos en todas las clases y juveniles en I, II, III y IV (Figura 5E); mientras

que fuera del PN, la clase de altura II no presentó individuos, la I solo juveniles y las restantes solo adultos (Figura 5F).

DISCUSIÓN

En la población de *Phyllanthus subcarnosus* en La Cejita, los juveniles apenas sobrepasaron el 27 % del total de individuos y se encontraron distribuidos por toda el área de estudio (Figura 4A), mientras que en El Taller el número de juveniles fue más del 50% del total de plantas. Este resultado evidencia que en El Taller la población pudiera tener mayor capacidad de incorporar en el tiempo nuevos individuos adultos o presentar mejores condiciones para la germinación adecuada de las semillas. No obstante, la oportunidad de llegar a la adultez probablemente esté más deprimida en El Taller con respecto a La Cejita, pues el 80 % de los juveniles se agrupaban cerca de unas pocas plantas adultas (Figura 4B). Según Turner & al. (1966) asociaciones similares a las que se establecen entre juveniles y adultos en El Taller pudieran generar competencia y evitar que una gran parte de los primeros continúe su desarrollo; como consecuencia se vería afectado el recambio poblacional y la población pudiera declinar, aunque tuviese la capacidad para reproducirse.

El patrón de arreglo espacial agregado en ambas poblaciones estudiadas es, según Begon & al. (2006), el más extendido en poblaciones vegetales naturales. Seidler & Plotkin (2006) señalan que podrían ser resultado de la dispersión de semillas, la dinámica de regeneración propia de cada población, las condiciones ambientales del área y las interacciones entre individuos. La probable forma de dispersión de las semillas en *Phyllanthus subcarnosus* aumenta la posibilidad de que las poblaciones sigan este patrón, ya que la forma subsférica de los frutos podría hacer que estos se muevan con mayor facilidad y en los períodos de seca se puedan quedar en las proximidades de la planta madre. Por el contrario, en los períodos de lluvia, el río podría impulsar a los frutos a distancias considerables de la planta que les dio origen, y las semillas germinar en dependencia de la calidad, cantidad de nutrientes y competencia interespecífica del área hasta donde lleguen.

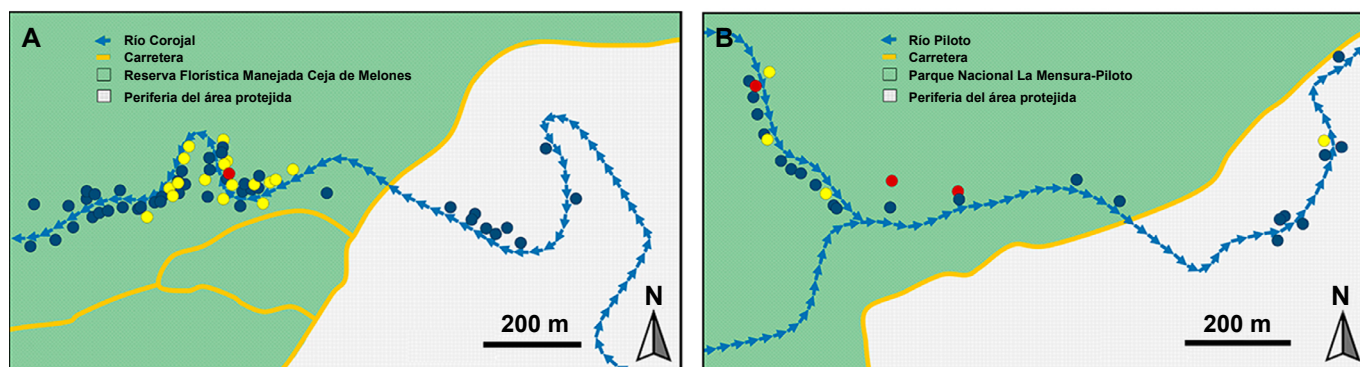


Fig. 4. Distribución de los individuos de *Phyllanthus subcarnosus* en La Cejita, municipio Rafael Freyre (A) y El Taller, municipio Mayarí (B), Holguín, Cuba oriental. Adultos (azul), juveniles (amarillo), adultos con juveniles asociados en la base (rojo).

Fig. 4. Distribution of individuals of *Phyllanthus subcarnosus* in La Cejita, Rafael Freyre municipality (A) and El Taller, Mayarí municipality (B), Holguín, eastern Cuba. Adults (blue), juveniles (yellow), adults with associated juveniles at the base (red).

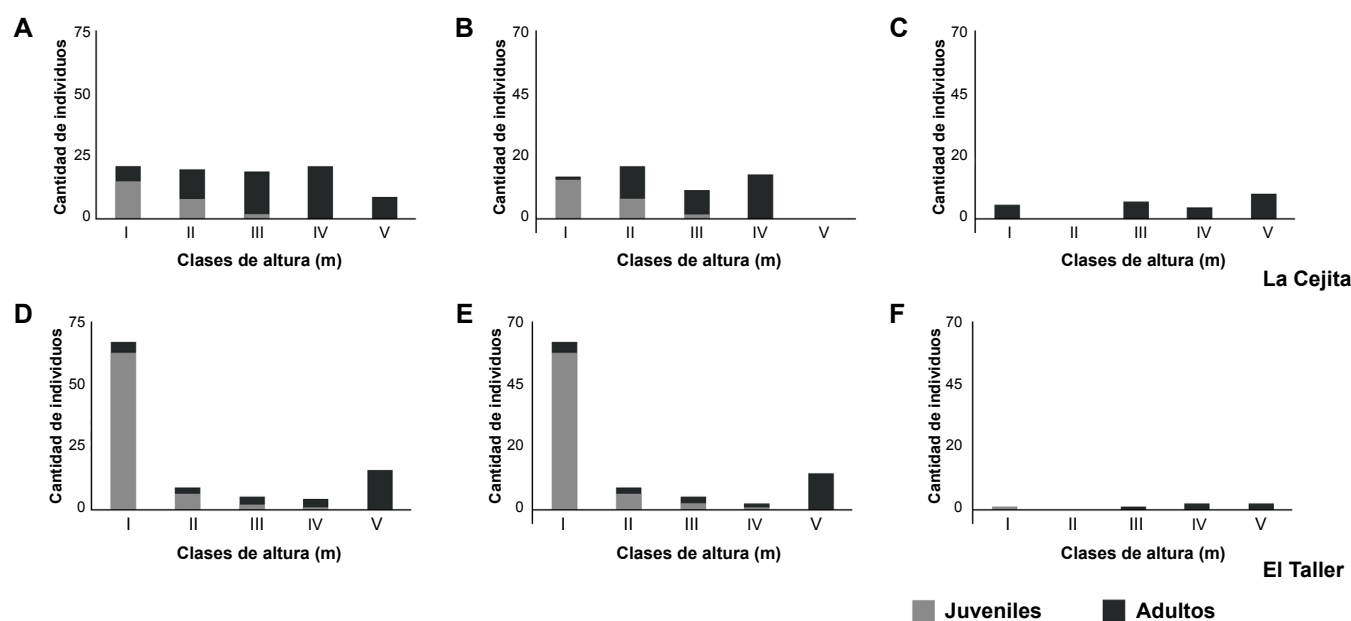


Fig. 5. Estructura poblacional de *Phyllanthus subcarnosus* según clases de altura en dos localidades de Holguín, Cuba oriental, 2017-2018. **A.** La Cejita, municipio Rafael Freyre. **B.** La Cejita, dentro de la Reserva Florística Manejada Ceja de Melones. **C.** La Cejita, fuera de la Reserva Florística Manejada Ceja de Melones. **D.** El Taller, municipio Mayarí. **E.** El Taller, dentro del Parque Nacional La Mensura-Pilotos. **F.** El Taller, fuera del Parque Nacional La Mensura-Pilotos.

Fig. 5. Population structure of *Phyllanthus subcarnosus* according to height classes of two localities in Holguín, eastern Cuba, 2017-2018. **A.** La Cejita, Rafael Freyre municipality. **B.** La Cejita, inside of Ceja de Melones Managed Floristic Reserve. **C.** La Cejita, outside of Ceja de Melones Managed Floristic Reserve. **D.** El Taller, Mayarí municipality. **E.** El Taller, inside of La Mensura-Pilotos National Park. **F.** El Taller, outside of La Mensura-Pilotos National Park.

La correlación positiva de las variables evaluadas (cobertura, altura y diámetro de la base) en las plantas de *Phyllanthus subcarnosus* en La Cejita y El Taller indican que estas varían proporcionalmente. Tal comportamiento es el más generalizado en las poblaciones naturales de plantas (Palacios 2005) y pudiera estar dado por la necesidad que tiene una planta de estabilizar su estructura, donde a medida que la planta gana en altura, el diámetro de la base y la cobertura se incrementan. Según la correlación entre las variables, la cobertura, altura o diámetro de la base podrían utilizarse para caracterizar la estructura poblacional de *P. subcarnosus*, pero se seleccionó la altura porque presentó menor error en la medición. La cobertura es una variable derivada y, por lo tanto, su uso implica un aumento en el nivel de error; además, Matteucci & Colma (2002) exponen que esta se utiliza comúnmente para medir abundancia de atributos de comunidades, en lugar de caracterizar la estructura de la población. El diámetro de la base no se utilizó porque muchos de los troncos de los árboles estaban ramificados desde su base o crecían a partir de un tocón, y esto podría traer errores en la caracterización de la estructura poblacional.

La estructura poblacional de *Phyllanthus subcarnosus* en La Cejita (Figura 5A) mostró que los juveniles ocuparon las tres primeras clases de estado, patrón que, según Foster & Hubbell (1990), está relacionado con una población óptimamente estructurada. Las clases de altura de los adultos predominaron sobre las de los juveniles, tendencia propia de

poblaciones estables, según criterios de Oostermeijer (1996). Estos juveniles, a pesar de ser pocos, pudieran tener una alta probabilidad de supervivencia, ya que el distanciamiento entre ellos podría impedir la competencia intraespecífica. Sin embargo, en El Taller los individuos pudieran tener menores probabilidades de llegar a la adultez, pues en su mayoría se encontraban agrupados entre sí y asociados a la planta madre, lo cual reduce la disponibilidad de nutrientes y aumenta la competencia intraespecífica (Turner & al. 1966), como ya se discutió anteriormente.

En las clases de altura II, III y IV de la población de *Phyllanthus subcarnosus* en El Taller (Figura 5D), decrece el número de individuos, tanto juveniles como adultos. En los primeros, la degradación del hábitat y el fenómeno de competencia pudieran provocar esta disminución al influir negativamente en las condiciones óptimas para su desarrollo (Turner & al. 1966). Además, una de las consecuencias de la fragmentación del hábitat es la endogamia, que provoca una disminución de la calidad de las semillas que puede favorecer la desaparición de individuos en el tiempo y afectar la estructura estable de la población (Charlesworth & Charlesworth 1987, Barrett & Kohn 1991, Ellstrand & Elam 1993, Rathcke & Jules 1993). En los adultos, los árboles que alcanzan tallas de hasta 8 m podrían verse afectados mayormente por la deforestación y fragmentación, que están entre los principales problemas que enfrenta el área protegida (Ruiz 2017). Las principales amenazas en esta localidad podrían explicar el reducido

número de individuos adultos de estas tallas y el posible decline de la población. Otros autores han explicado afectaciones similares en poblaciones de árboles como efecto directo de la degradación del hábitat (Forman & Godron 1986, Lindenmayer & Fischer 2006).

Las diferencias entre las abundancias por clase de altura de *Phyllanthus subcarnosus* entre las áreas protegidas y fuera de estas podrían deberse a que la mayoría de los individuos se encontraron dentro del área protegida en ambas localidades. Fuera del área estaba más acentuada la degradación del hábitat, principalmente producto del pastoreo, la fragmentación y la agricultura; factores que comprometen en mayor medida el estado de salud de la población (Ruiz 2017). Lo anteriormente planteado, demuestra la importancia de las áreas protegidas para la conservación de *P. subcarnosus*.

En el análisis de estructura poblacional por clases de altura fuera de ambas áreas protegidas, no existieron individuos en la clase II (1,28 - 2,55 m) (Figura 5C, F). Es posible que las plantas de *Phyllanthus subcarnosus* entre estas alturas sean más vulnerables a los cambios ambientales naturales o provocados por el hombre. En este caso la deforestación y el pastoreo cumplen un rol importante y pueden afectar el crecimiento y desarrollo de los individuos, tanto juveniles como adultos de *P. subcarnosus*. La deforestación trae consigo la pérdida de la cubierta arbórea, la humedad del suelo y la capa vegetal (Hansen & al. 2013); lo que en conjunto con el pastoreo intensivo puede alterar notablemente las temperaturas de los bosques e inhibir el crecimiento de nuevos árboles. Por consiguiente, en las poblaciones de *P. subcarnosus* estudiadas, es lógico que se afecte el desarrollo de individuos fuera de las áreas protegidas, pues al no contar con un estrato arbóreo, que este sea muy débil o que la capa vegetal esté afectada, se desfavorece el crecimiento y se limita la obtención de nutrientes.

Phyllanthus subcarnosus es un árbol que alcanza tallas de hasta 10 m (Medina & al. 2021) y en los lugares mejor conservados es una especie dominante en el estrato arbóreo, por lo que pudiera ser empleada como especie sombrilla para definir sitios claves de conservación. Este taxón forma parte de los bosques de galería que, conforme a estudios realizados por Valencia (1993), son de gran importancia por su capacidad de soportar inundaciones temporales e invadir rápidamente zonas expuestas, proveer hábitat a invertebrados que son fuente importante de alimento para la fauna acuática, y representar en zonas áridas la única fuente de agua. Es por ello que llevar a cabo métodos para disminuir o eliminar las amenazas que afectan el desarrollo de *P. subcarnosus*, no solo podría ayudar a fortalecer la población y perpetuarla en el tiempo, sino que ayudaría a la conservación del ecosistema.

Es importante destacar que el sistema de clasificación de juveniles y adultos empleado en este estudio no está en correspondencia con la definición clásica de talla mínima de reproducción (Begoña 2002) de los estudios de estructura poblacional. En las poblaciones de *Phyllanthus subcarnosus*

los juveniles se encontraron en la mayoría de las clases de altura, con excepción de la última, y no restringidos a la primera clase, como ocurre por lo general en estudios basados en talla mínima (García-Beltrán & al. 2016, Toledo & al. 2019). Aparentemente, la reproducción en *P. subcarnosus* no está condicionada por la altura, sino por la presencia de ramas subterminales (ramificaciones de segundo orden) capaces de dar sostén a las ramas que portan las estructuras reproductivas (ramificaciones de primer orden o ramas floríferas).

Los estudios de estructura poblacional de plantas, basados en la definición de una talla mínima de reproducción, dependen de la presencia de estructuras reproductivas o indicios de estas; sin embargo, la floración no está necesariamente condicionada por la altura. Según Glover (2007), la floración en zonas tropicales está mayormente influenciada por la presencia de cierto número de hojas que constituyan tejido fotosintético suficiente para suplir los requerimientos nutricionales de flores, semillas y frutos. En este sentido, en *P. subcarnosus* la presencia de ramificaciones, de al menos segundo orden, podría garantizar un número suficiente de hojas para asumir el costo reproductivo.

Phyllanthus subcarnosus es una especie que está registrada en 21 localidades de Cuba, según la revisión de materiales de herbario realizada por Medina & al. (2021). En expediciones de campo recientes se han visitado algunas de estas localidades y en menos del 50 % de las mismas se ha encontrado la especie. Los resultados del presente estudio demuestran que en las poblaciones evaluadas el número de individuos adultos es pequeño. Aunque el muestreo realizado se extendió hasta que no se encontraron más ejemplares de la especie, pudiese existir un mayor número presentes en áreas fuera de los límites del estudio. Esto refleja la importancia de realizar más expediciones y aumentar el esfuerzo de muestreo para tener los elementos que permitan otorgar la evaluación definitiva del riesgo de extinción de *P. subcarnosus*, según los criterios de IUCN (2012).

CONCLUSIONES

La población de *Phyllanthus subcarnosus* en La Cejita presenta una estructura equilibrada con presencia de juveniles que no muestran tendencia a la agregación espacial en torno a individuos adultos. En El Taller, aunque la estructura es equilibrada, la mayoría de los juveniles muestran una propensión a la agregación en un espacio reducido en torno a pocos individuos adultos, lo que puede reducir sus probabilidades de supervivencia. En ambas poblaciones se evidencia la importancia de la existencia de hábitats conservados dentro de áreas protegidas, en los cuales las estructuras de las poblaciones estudiadas presentaron una mejor condición.

AGRADECIMIENTOS

A los trabajadores de las áreas protegidas visitadas por su ayuda para realizar esta investigación. A la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, la Sociedad Cubana de Botánica, Planta! – iniciativa para la conservación de la flora de Cuba, el Jardín Botánico

Nacional, el Jardín Botánico de Holguín y el Centro Nacional de Áreas Protegidas por su apoyo brindado. Especial agradecimiento a los árbitros y editores de la Revista del Jardín Botánico Nacional por sus sugerencias y comentarios.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

A. Moreira analizó los datos y escribió la primera versión del manuscrito. D. de Vales analizó los datos, concibió la idea original, coordinó y diseñó la investigación. J.L. Gómez-Hechavarría coordinó y diseñó la investigación. B. Falcón-Hidalgo concibió la idea original, coordinó, diseñó y supervisó la investigación. Todos los autores contribuyeron en el muestreo, la discusión de los resultados y la revisión crítica del manuscrito.

CUMPLIMIENTO DE NORMAS ÉTICAS

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Aprobación de ética: Todos los autores han llevado a cabo el trabajo de campo y la generación de datos de forma ética, incluida la obtención de permisos adecuados.

Consentimiento para la publicación: Todos los autores han dado su consentimiento para publicar este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Rodríguez, P. & Strong, M.T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. *Smithsonian Contr. Bot.* 98. <https://doi.org/10.5479/si.0081024X.98.1>

Barrett, S.C.H. & Kohn, J.R. 1991. Genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: implications for conservation. Pp. 3-30. En: Falk D.A., Holsinger, K.E. (ed.). *Genetics and conservation of rare plants*. Oxford University Press. NY, USA.

Begon, M., Harper, J.L. & Townsend, C.R. 2006. *Ecología, individuos, poblaciones y comunidades*. Omega S. A. Barcelona, España.

Begoña, M. 2002. Inventario y seguimiento en poblaciones de especies amenazadas. En: Bañares A. (coord.) *Biología de la conservación de plantas amenazadas*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid, España.

Bongers, F., Pompa, J., del Castillo, J.M. & Carabias, J. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio* 74(1): 55-80. <https://doi.org/10.1007/BF00045614>

Brigham, C. A. & Thomson, D. M. 2003. Approaches to modeling population viability in plants: an overview. Pp. 145-171. En: Brigham, C.A. & Schwartz, M.W. (ed.). *Population viability in plants*. Springer-Verlag, NY, USA. https://doi.org/10.1007/978-3-662-09389-4_6

Charlesworth, D. & Charlesworth, B. 1987. Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annual Rev. Ecol. Syst.* 18: 237-268. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.18.110187.001321>

Clark, P.J. & Evan, F.C. 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in population. *Ecology* 35(4): 445-453. <https://doi.org/10.2307/1931034>

Ellstrand, N.C. & Elam, D.R. 1993. Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. *Annual Rev. Ecol. Syst.* 24: 217-242. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.001245>

Falcón, B., Fuentes, S., Berazaín, R. & Borsch, T. 2020. Phylogenetic relationships and character evolution in Neotropical *Phyllanthus* (*Phyllanthaceae*), with a focus on the Cuban and Caribbean taxa. *Int. J. Plant. Sci.* 181(3): 284-305. <https://doi.org/10.1086/706454>

Falcón, B., Gómez, J.L. & Fuentes, S. 2017. *Phyllanthus phialanthoides* (*Phyllanthaceae*), a new species from northeastern Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 38: 1-6.

Forman, R.T. & Godron, M. 1986. *Landscape ecology*. Wiley. NY, USA.

Foster, R.B. & Hubbell, S.P. 1990. Estructura de la vegetación y composición de especies en un lote de 50 hectáreas en la Isla de Barro Colorado. Pp. 141-151. En: Leigh, E., Stanley A. & Windsor, D. *Ecología de un bosque tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa, Panama.

García-Beltrán, J.A., Fiallo, J.L., Esquivel, N., Meirama, N.K., Rodríguez, I., Falcón, B., Pérez V. & González-Torres, L.R. 2016. Efecto del fuego sobre la estructura poblacional de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* (*Hypericaceae*) en la Reserva Ecológica Los Pretiles, Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 37: 19-27.

Gatsuk, L.E., Sminova, O.V., Vorontzova, L.I., Zaugolnova, L.B. & Zhukova, L.A. 1980. Age states of plants of various growth forms: a review. *J. Ecol.* 68: 675-696. <https://doi.org/10.2307/2259429>

Glover, B.J. 2007. *Understanding Flowers and Flowering*. Oxford University Press. Oxford, UK. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198565970.001.0001>

González-Torres, L.R., Palmarola, A., González-Oliva, L., Bécquer, E.R., Testé, E., Castañeira-Colomé, M.A., Barrios, D., Gómez-Hechavarría, J.L., García-Beltrán, J.A., Granado, L., Rodríguez-Cala, D., Berazaín, R. & Regalado, L. 2016. Lista roja de la Flora de Cuba. *Bissea* 10(1): 33-352.

Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turu-banova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S.V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O. & Townshend, J.R.G. 2013. High-resolution global maps of 21st-Century. *Science* 342: 850-853. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>

IUCN [Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza]. 2012. *Red List Categories and Criteria: Version 3.1. 2nd Ed.* SSC/IUCN. Gland & Cambridge, Suiza & UK.

Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F. & Donoghue, M.J. 2016. *Plant Systematics A Phylogenetic Approach*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, USA.

Lindenmayer, D.B. & Fischer, J. 2006. *Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis*. Island Press. Washington, D.C., USA.

Matteucci, S.D. & Colma, A. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación* (Vol. 22). Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C., USA.

Medina, B., Fiallo, J.L., de Vales, D., Pérez, L., García-Beltrán, J.A. & Falcón-Hidalgo, B. 2021. Análisis morfológico, nomenclatura y distribución geográfica de *Phyllanthus subcarnosus* (*Phyllanthaceae*) en Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 42: 107-118.

Oostermeijer, J.G.B., Brugman, M.L., de Boer, E.R. & den Nijs, H.C.M. 1996. Temporal and spatial variation in the demography of *Gentiana pneumonanthe*, a rare perennial herb. *J. Ecol.* 84:153-166. <https://doi.org/10.2307/2261351>

Ortiz-Quijano, A.B., Sánchez-González, A., López-Mata, L. & Villanueva-Díaz, J. 2016. Population structure of *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana* in the cloud forest of Hidalgo State, Mexico. *Bot. Sci.* 94(3): 483-497. <https://doi.org/10.17129/botsci.515>

- Palacios, P.A. 2005. Patrones estructurales y distribución espacial de poblaciones de *Brosimum rubescens* Taub. en relación con la variabilidad fisiográfica en la ribera colombiana del río Amazonas. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Rathcke, B.J. & Jules, E.S. 1993. Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. *Curr. Sci.* 65: 273-277.
- Ruiz, I. 2017. Las áreas protegidas de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana, Cuba.
- Seidler, T.G. & Plotkin, J.B. 2006. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *Plos Biology* 4(11): e344. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040344>
- StatSoft, Inc. 2011. STATISTICA (data analysis software system), version 10. <http://www.statsoft.com>
- Sturges, H.A. 1926. The Choice of a Class Interval. *J. Am. Stat. Assoc.* 21(153): 65-66. <https://doi.org/10.1080/01621459.1926.10502161>
- Toledo, S., García-Beltrán, J.A., Lemus, H. & García-Beltrán, D. 2019. Estructura poblacional y autoecología de *Heptanthes ranunculoides* (Asteraceae) en Sierra de Cajalbana, Pinar del Río, Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 40: 9-18.
- Turner, R.M., Alcorn, S.M., Olin, G. & Booth, J.A. 1966. The influence of shade, soil, and water on Saguaro seedling establishment. *Bot. Gaz.* 127(2-3): 95-102. <https://doi.org/10.1086/336348>
- Valencia, R.A, Wennerlund, J.A., Winstead, R.A., Woods, S., Riley, L. & Swanson, E. 1993. Arizona riparian inventory and mapping project. Arizona Game and Fish Department. Phoenix, USA.
- Webster, G.L. 1956-1958. A monographic study of the West Indian species of *Phyllanthus*. *J. Arnold Arbor.* 37: 91-122, 217-268, 340-359; 38: 51-80, 170-198, 295-373; 39:49-100, 111-212.
- Zar, J.H. 2010. Biostatistical Analysis. 5th Ed. Prentice Hall. New Jersey, USA.