

Estructura poblacional y distribución de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* (Magnoliaceae)

Population structure and distribution of *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* (Magnoliaceae)

Alejandro Palmarola^{1,*}, Luis Granado^{1†}, Ernesto Testé¹, Majela Hernández², Norlys Albelo³ & Luis R. González-Torres⁴

RESUMEN

Los estudios demográficos constituyen una valiosa y efectiva herramienta para conocer el estado de las poblaciones. En *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* estos estudios permitirían la comprensión de procesos que describen la biología poblacional de esta subespecie, así como los factores que determinan su distribución, aspectos de gran importancia para la implementación de estrategias de conservación. Por ello, los objetivos del presente trabajo son: caracterizar la estructura poblacional de *M. cubensis* subsp. *acunae* y determinar su distribución geográfica. El trabajo fue realizado en el macizo montañoso Guamuhaya, Cuba central. Se realizó un censo poblacional y en cada individuo se midió la altura, el diámetro del tronco y se registraron sus coordenadas geográficas. La población contó con 486 individuos. La distribución de frecuencias de individuos por clases de altura y diámetro reflejó un patrón gaussiano. Se evidenció una baja representación de individuos en fase de regeneración natural. La subespecie ocupa un área de 25 600 m² (0,0256 km²), de ellos 21 600 m² (0,0216 km²) corresponden a la subpoblación de Alturas de Trinidad y 4 000 m² (0,004 km²) a la subpoblación de Alturas de Sancti Spiritus. La extensión de presencia fue de 102,90 km², la distancia entre subpoblaciones de 33,37 km y el área de ocupación de 0,0256 km².

Palabras clave: áreas protegidas, arreglo espacial, censo poblacional, Cuba central, especies amenazadas, estructura etaria, Guamuhaya

ABSTRACT

Demographic studies are a valuable and effective tool to know the status of populations. In *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* these studies allow the understanding of the processes that describe the population biology of this subspecies, as well as the factors that determine their distribution, aspects of great importance for the implementation of conservation strategies. Therefore, the objectives of this work are: to characterize the population structure of *M. cubensis* subsp. *acunae* and determine their geographical distribution. The work was carried out in the Guamuhaya mountain massif, central Cuba. A population census was conducted and for each individuals height and trunk diameter were measurement and geographical coordinates were recorded. The population had 486 individuals. The distribution of frequencies of individuals by height and diameter classes reflected a Gaussian pattern. There was a low representation of individuals in the natural regeneration phase. The subspecies occupies an area of 25,600 m² (0.0256 km²), of which 21,600 m² (0.0216 km²) corresponds to the subpopulation of Alturas de Trinidad and 4,000 m² (0.004 km²) to the subpopulation of Alturas de Sancti Spiritus. The extent of occurrence was 102.90 km², the distance between subpopulations of 33.37 km and the area of occupancy of 0.0256 km².

Keywords: protected areas, spatial arrangement, population census, central Cuba, threatened species, age structure, Guamuhaya

Recibido: septiembre 2018 **Aceptado:** noviembre 2018

Publicado online 30 de diciembre de 2018. ISSN 2410-5546 RNPS 2372 (DIGITAL) - ISSN 0253-5696 RNPS 0060 (IMPRESA)

INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los mayores retos para la conservación y el manejo sostenible de la biodiversidad es mantener poblaciones viables en sus entornos naturales (CBD 1992). En este sentido, los estudios demográficos constituyen una valiosa y efectiva herramienta para conocer el estado de las poblaciones por medio de la detección y descripción de los cambios en el número de estas y en su estructura (Schemske & al. 1994, Menges 2000, Brigham & Thomson 2003). A su vez, permiten identificar los factores que influyen en el mantenimiento

de las poblaciones y diseñar medidas de gestión adecuadas para evitar su decline y eventual extinción (Begoña 2002). La conservación de la biodiversidad requiere igualmente un conocimiento razonable sobre la distribución de las especies y sus poblaciones (Margules & Sarkar 2007). Sin embargo, la falta de información detallada sobre la distribución geográfica de la mayoría de las especies constituye una limitante ante tal demanda (Graham & al. 2004, Soberón & Peterson 2004).

Particularmente, en *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* Imkhan, los estudios demográficos y el análisis de su distribución permitirían la comprensión de los procesos que describen su biología poblacional y los factores que determinan su distribución, aspectos de gran importancia para la implementación de estrategias de conservación. Dadas las condiciones restringidas de su población natural y el bajo número de individuos presentes en ella, esta subespecie es considerada una de las 50 plantas más

¹Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana, Carretera "El Rocio" km 3½, Calabazar, Boyeros, La Habana, Cuba. C.P. 19230.

²Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Calle 25 N° 455, e/ J e I, Vedado, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba. C.P. 10400.

³Paisaje Natural Protegido Topes de Collantes, Complejo Turístico Topes de Collantes, Trinidad, Sancti Spiritus, Cuba. C.P. 62600.

⁴Planta! Plantlife Conservation Society, 2922 W 3rd Ave, Vancouver, BC, V6K 1M7, Canadá. * Autor para correspondencia (e-mail: apalmarola@gmail.com).

amenazadas de Cuba, endémica del macizo montañoso Guamuhaya, y categorizada como En Peligro Crítico (CR) (Palmarola & al. 2015, González-Torres & al. 2016). En este contexto, el presente estudio pretende: (1) caracterizar la estructura poblacional de *M. cubensis* subsp. *acunae* y (2) determinar su distribución geográfica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue realizado en el macizo montañoso Guamuhaya, ubicado en la región central de Cuba (Figura 1). Este sistema montañoso, de una extensión de 2 700 km² (CNNG 2000), está compartido por tres provincias (Cienfuegos, Sancti Spíritus y Villa Clara). Las montañas de Guamuhaya están conformadas por dos núcleos montañosos: Alturas de Trinidad y Alturas de Sancti Spíritus, ambas separadas por el valle del río Agabama. Las Alturas de Trinidad representan la mayor parte del macizo y es donde se encuentra la mayor altura de esta región, Pico San Juan con 1 140 msm. El clima de Guamuhaya se corresponde con la subregión Caribe Occidental, en la que predominan los vientos estacionales y calmas, con influencia continental en invierno y se clasifica como tropical húmedo, con lluvias todo el año para la mayor parte del área, aunque en las elevaciones máximas pudiera considerarse como templado cálido, con lluvias todo el año (Domínguez & Acosta 2012).

En Guamuhaya se desarrollan seis formaciones vegetales fundamentales, las cuales varían en correspondencia con el área que ocupan, la altitud, el suelo y el grado de humedad (Domínguez & Acosta 2012). Estas son, según Ricardo & al. (2008): bosque semidecídulo mesófilo (150-650 msm), complejo de vegetación de mogote (600-700 msm), bosque siempreverde mesófilo (650-800 msm), bosque pluvial montano (800-1 000 msm), bosque de galería y vegetación secundaria. Los valores naturales de la región se encuentran preservados por siete áreas protegidas: las Reservas Ecológicas Lomas de Banao y Pico San Juan, los Paisajes Naturales Protegidos Topes de Collantes, Hanabanilla, Aguacate-Boca de Carreras y Valle de Yaguanabo, y por el Elemento Natural Destacado Cueva de Martín Infierno (CNAP 2013).

Taxón objeto de estudio

Magnolia cubensis subsp. *acunae* es un árbol perennifolio (León & Alain 1951) de hasta 25 m de altura (Figura 2A) y totalmente glabro excepto en el ápice de las brácteas. Presenta hojas con lámina de papirácea a subcoriácea, por lo general anchamente elíptica, elíptica, ovado u obovado-elíptica, apiculada, con ápice obtuso y base obtusa, redondeada o cuneiforme; generalmente ambas superficies foliares son verde brillantes (Bisse 1988). Las flores son de aproximadamente 7 cm de diámetro (Figura 2B) (Imkhanitzkaja 1991). El fruto es un polifolículo cónico y pequeño; las semillas son pardo oscuras,



Fig. 1. Macizo montañoso Guamuhaya. Mapa: L. Granado.

Fig. 1. Mountain Massif Guamuhaya. Map: L. Granado.

cubiertas de un arilo rojo anaranjado (Callaway 1994). La subespecie crece sobre suelos fértiles en bosques pluviales montanos, bosques siempreverde montanos y en bosques montanos cársicos (González-Torres & al. 2013).

Toma de datos

La población de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* se caracterizó a partir de un censo poblacional realizado entre los años 2012 y 2014 en la región de Guamuhaya, Cuba central. Cada individuo fue georreferenciado con un GPS Garmin (± 2 m) y marcado con una etiqueta metálica, las cuales fueron numeradas consecutivamente. En cada individuo se registró la altura y el perímetro del tronco a la altura del pecho (1,30 m). A partir del perímetro se obtuvo el diámetro a la altura del pecho (DAP). Las mediciones del perímetro del tronco se realizaron con una cinta métrica (± 1 mm) y la altura se estimó visualmente.

Estructura poblacional

A partir de las variables altura de la planta y DAP se agruparon a los individuos de la población en clases de estado (altura y diámetro). Los intervalos de cada clase se establecieron en base al rango de los datos obtenidos en el campo. Se establecieron siete clases de altura: I ($\leq 2,5$ m), II ($> 2,5-5$ m), III ($> 5-7,5$ m), IV ($> 7,5-10$ m), V ($> 10-12,5$ m), VI ($> 12,5-15$ m), VII (> 15 m); y siete clases de diámetro: I (≤ 20 cm), II ($> 20-40$ cm), III ($> 40-60$ cm), IV ($> 60-80$ cm), V ($> 80-100$ cm), VI ($> 100-120$ cm), VII (> 120 cm). A partir del número de individuos en cada una de las clases, se elaboraron histogramas de frecuencias. La estructura de la población se analizó a escala poblacional y local. En la escala poblacional se tuvieron en cuenta todas las localidades donde habita la subespecie. Mientras a escala local se consideran como unidades de conservación, en el sentido de Meffe & Carroll (1997), a los dos núcleos poblacionales separados por el valle del Río Agabama (subpoblación



Fig. 2. *Magnolia cubensis* subsp. *acunae*. A. Hábito. B. Rama con flores. Fotos: A. Palmarola.

Fig. 2. *Magnolia cubensis* subsp. *acunae*. A. Habit. B. Branch with flower. Photos: A. Palmarola.

de Alturas de Trinidad y subpoblación de Alturas de Santi Spiritus). En el presente trabajo se asumen los conceptos de población y subpoblación propuestos por la IUCN (2001).

El patrón de arreglo espacial para la población y los núcleos poblacionales se calculó mediante el índice de Morisita estandarizado (I_p) en el programa Ecological Methodology (Krebs 1999). Dicho índice toma valores entre -1 y +1, donde $I_p=0$ representa una distribución aleatoria, $I_p>0$ distribución agregada y $I_p<0$ distribución uniforme, según los umbrales propuestos por Cabrera & Wallace (2007). Este índice se determinó a partir de la cantidad de individuos en cada una de las celdas de 20 x 20 m (400 m²) desplegadas en el área de distribución del taxón, a través del programa ArcGis v.9.3 (Esri 2008).

En todas las variables analizadas se comprobó la normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se realizó una correlación de Pearson entre las variables morfológicas altura y DAP, la cual se consideró biológicamente correlacionadas si $r>0,7$ (Zar 1999). Los análisis estadísticos se realizaron en el programa Past v.3.14 (Hammer & al. 2001).

Distribución

El área de distribución de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* se determinó a partir de los puntos de GPS registrados en cada individuo. Se generó el mapa de distribución a través del programa ArcGis v.10.1. Se calculó el área de ocupación de la población multiplicando la cantidad de celdas con al menos un individuo por el área de la celda (400 m²) como sugiere Gaston (2009). Además, a partir de las coordenadas de cada individuo

se calculó la extensión de presencia poblacional, a partir del polígono convexo mínimo (IUCN 2001). En el presente trabajo se asume en la extensión de presencia la exclusión de las discontinuidades o disyunciones en la distribución general de la subespecie, tal como sugiere IUCN (2001). Adicionalmente se calculó la distancia entre ambas subpoblaciones.

RESULTADOS

Estructura poblacional

La población de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* contó con 486 individuos, de ellos 416 en la subpoblación de Alturas de Trinidad y 70 en la de Alturas de Sancti Spiritus. A escala poblacional, la distribución de frecuencias de individuos por clases de altura reflejó un patrón gaussiano (Figura 3A). El mínimo de frecuencia (3,09 %) se encontró en la primera clase de altura ($\leq 2,5$ m) y el máximo (33,26 %) en la clase intermedia ($>7,5-10$ m). A partir de esta última se evidenció una reducción en la cantidad de individuos por clases. La altura promedio de la población fue de $10 \pm 0,55$ m con un mínimo de 0,35 m y un máximo de 25 m. Se evidenció una baja representación de individuos en fase de regeneración natural (Clase I).

La estructura de la población basada en el DAP mostró un patrón de distribución de frecuencias semejante a una campana de Gauss desplazada a la izquierda, con predominio de los individuos de las clases II y III ($>20-60$ cm). En general resalta la superioridad de individuos en la tercera clase ($>40-60$ cm) con una frecuencia de 41,09 %. En las clases mayores de DAP > 80 cm y hasta los individuos mayores de 120 cm se observó una marcada reducción de la frecuencia con respecto a las primeras clases (<60 cm) (Figura 3B). El DAP promedio para la

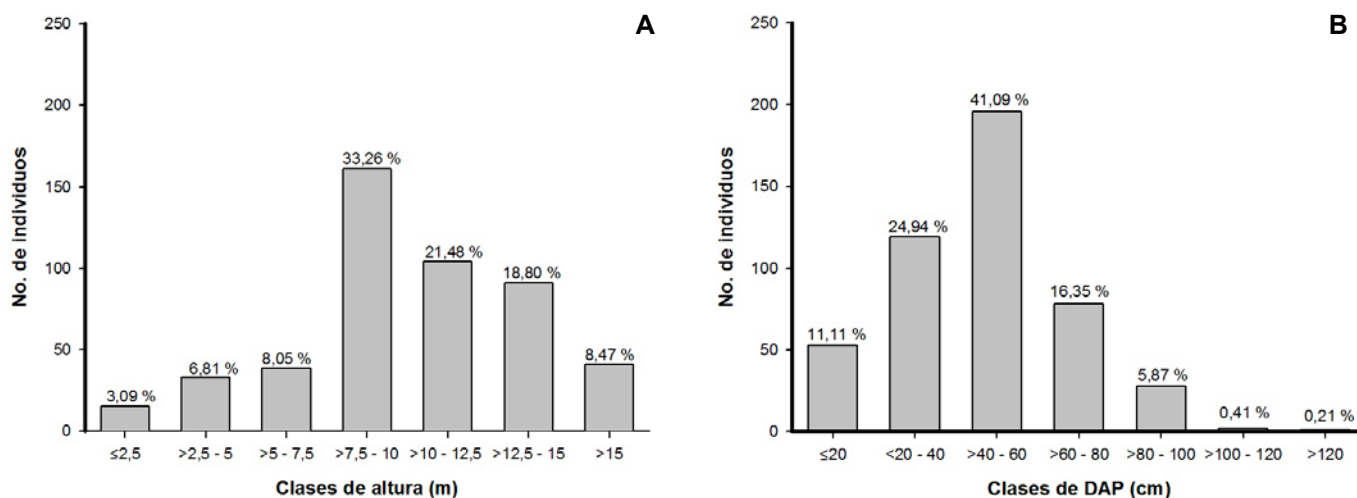


Fig. 3. Estructura poblacional de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* en Guamuhaya, Cuba, 2012-2014. **A.** Clases de altura. **B.** Clases de diámetro a la altura del pecho. Los porcentajes se corresponden con las frecuencias relativas de individuos en cada clase.

Fig. 3. Population structure of *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* in Guamuhaya, Cuba, 2012-2014. **A.** Height classes. **B.** Diameter classes at breast height. The percentages correspond to the relative frequencies of individuals in each class.

población fue de $45 \pm 0,77$ cm con un mínimo y máximo de 0,31 cm y 124,84 cm respectivamente. Las variables morfológicas altura y DAP mostraron un valor de coeficiente de correlación de 0,5755, lo que evidencia una asociación positiva entre las mismas.

A escala local, la estructura de las dos subpoblaciones según clases de altura fue bastante diferente. El núcleo poblacional de Alturas de Trinidad fue el que más contribuyó a la estructura poblacional de forma global, al presentar un mayor número de individuos en todas las clases. Su estructura se caracterizó por un aumento desde la clase menor ($\leq 2,5$ m) hasta la intermedia ($>7,5-10$ m) y luego una reducción hasta la mayor (>15 m). La subpoblación de Alturas de Sancti Spíritus mostró una distribución de frecuencias homogénea en las dos primeras clases y menor con respecto a las últimas clases. En ambas subpoblaciones se observó predominio de individuos en la clase intermedia ($>7,5-10$ m) con frecuencias de 33,65 % para Alturas de Trinidad y 30 % para Alturas de Sancti Spíritus, respecto al total de individuos en cada subpoblación (Figura 4A).

La estructura según el DAP (Figura 4B) presentó una mayor frecuencia (43,20 %) de individuos mayores de 40 cm y hasta 60 cm en la subpoblación de Alturas de Trinidad, mientras que para Alturas de Sancti Spíritus la mayor frecuencia (21,60 %) se observó en individuos de la clase precedente ($>20-40$ cm). En Alturas de Trinidad, las frecuencias disminuyeron a partir de la tercera clase y alcanzaron su mínimo en la clase mayor. En Alturas de Sancti Spíritus se alcanzó la menor frecuencia en la cuarta clase y no existió representación en las tres últimas.

La población de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* mostró un patrón de arreglo espacial agregado con $I_p = 0,50 \pm 0,03$. Igual patrón se presentó en ambas subpoblaciones, con $I_p = 0,50 \pm 0,02$ para Alturas de Trinidad e $I_p = 0,17 \pm 0,06$ para Alturas de Sancti Spíritus.

Distribución

La población de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* en las montañas de Guamuhaya ocupa un área de 25 600 m² (0,0256 km²), de ellos 21 600 m² (0,0216 km²) corresponden a la subpoblación de Alturas de Trinidad y 4 000 m² (0,004 km²) a la subpoblación de Alturas de Sancti Spíritus (Figura 5). Los individuos de la subespecie se distribuyen entre las latitudes 21,893° y 21,976° N, y las longitudes -79,591° y -80,198° W; con una distribución altitudinal entre los 676 y 1 053 msn y más del 80 % de los individuos localizados por encima de los 800 msn.

La extensión de presencia poblacional fue de 102,90 km² y la distancia entre las dos subpoblaciones de 33,37 km. Se encontraron pequeños grupos de individuos aislados en las Alturas de Trinidad, que muestran su máxima expresión al oeste de la distribución del taxón en dicha área (Figura 5). De forma semejante ocurrió para Alturas de Sancti Spíritus donde se observó una discontinuidad en la distribución.

DISCUSIÓN

Estructura poblacional

La distribución gaussiana en la estructura por alturas de la población de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* es característica de especies que presentan problemas de regeneración en su área nativa (Rollet 1971, Lamprecht 1990, Oostermeijer & al. 1994). Este tipo de distribución

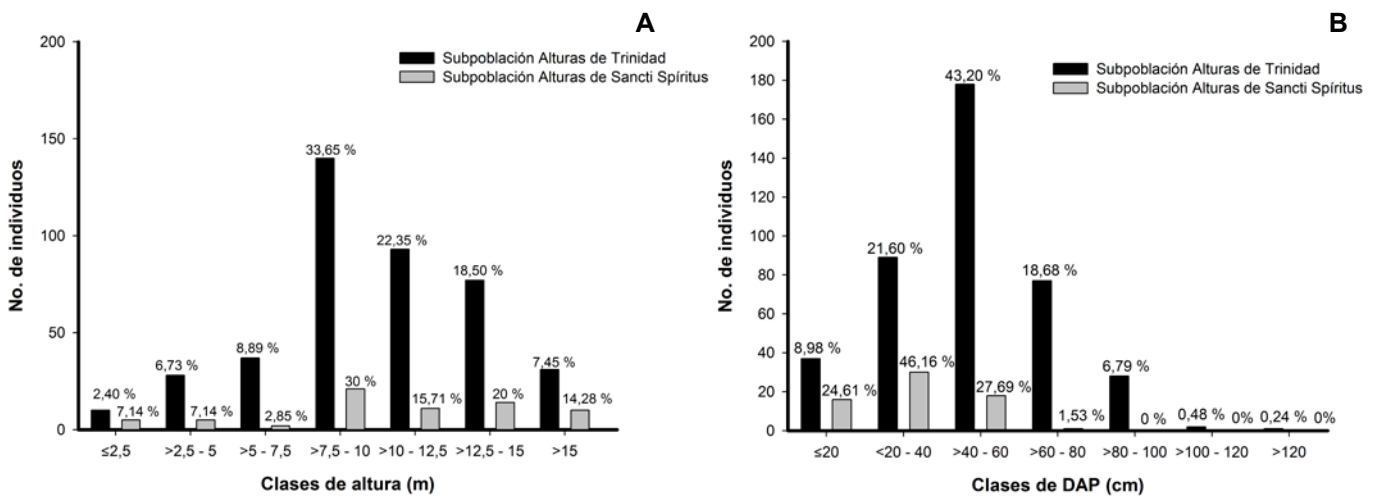


Fig. 4. Estructura poblacional según clases de alturas (A) y diámetro a la altura del pecho (B) en las subpoblaciones de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* en Guamuhaya, Cuba, 2012-2014. Se muestran las frecuencias relativas en cada clase respecto al total de individuos en cada subpoblación.

Fig. 4. Population structure according to height classes (A) and diameter classes at chest height (B) in the subpopulations of *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* in Guamuhaya, Cuba, 2012-2014. The relative frequencies in each class are shown with respect to the total of individuals in each subpopulation.

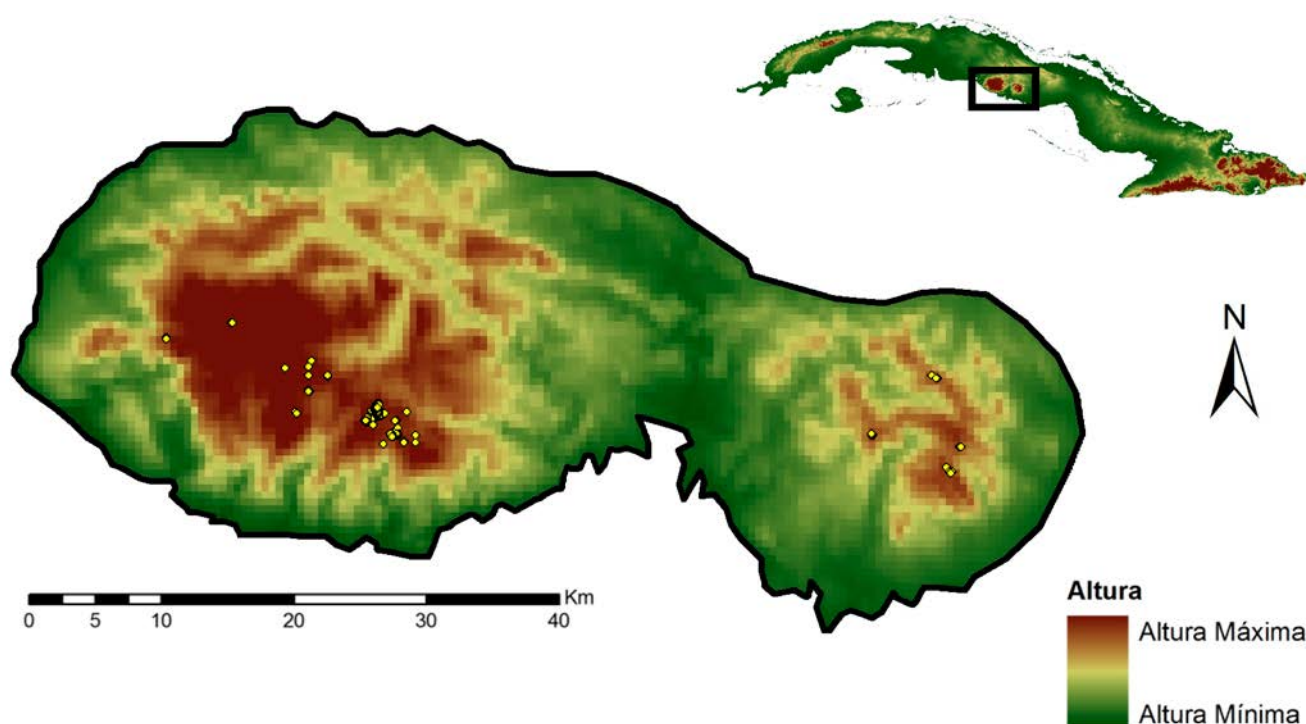


Fig. 5. Mapa de elevación con la distribución de los puntos de presencia (en amarillo) de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* en Guamuhaya, Cuba 2012-2014. Mapa: L. Granado.

Fig. 5. Elevation map with the distribution of the points (in yellow) of presence of *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* in Guamuhaya, Cuba in the period 2012-2014. Map: L. Granado.

de las frecuencias constituye un reflejo de perturbaciones pasadas que actuaron sobre la población, vinculadas con altas tasas de mortalidad sucedidas en el pasado (Zagt & Werger 1997). Los resultados obtenidos en el presente trabajo contrastan con los referidos para *M. colombiana* (Lozano) Govaerts. (Fonseca 2011) y *M. dealbata* Zucc. (Gutiérrez & Vovides 1997), en las que se reportó una estructura en forma de “J” invertida.

Como plantean Lamprecht (1990) y Howard & Valerio (1992) para los modelos silviculturales de manejo sostenible de los bosques tropicales, la forma de la distribución de los individuos no ajustada a una “J” invertida, se debe a la baja presencia de plántulas. Esto pudiera constituir un indicador de que el reclutamiento se ve afectado por daños ocasionados producto de actividades tanto forestales como agrícolas (cultivo de café, chapea, silvicultura, entre otras) en el área de distribución de este taxón. Adicionalmente, la mayoría de los individuos encontrados se incluyeron en las clases de alturas más avanzadas. Esto pudiera deberse según el criterio de Cicuzza & al. (2007) a la alta longevidad y crecimiento lento característico de las magnoliáceas.

La distribución de las frecuencias en la estructura basada en la altura sugiere, según Primack (2010), que la población de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* se encuentra envejecida. La disminución progresiva en las

frecuencias de individuos a partir de la clase de altura intermedia coincide con el criterio de Araujo-Murakami & al. (2005), quienes plantean que “a través de la dinámica de crecimiento y mortalidad, los individuos muertos y los ascendidos a la clase inmediata superior son reemplazados por aquellos reclutados de la clase inmediata inferior, los cuales mantienen la estructura de la población”. Este mismo comportamiento se evidenció para las dos subpoblaciones (Alturas de Trinidad y Alturas de Sancti Spíritus), lo cual podría ser resultado de la intervención antrópica a la que ha sido sometida la región de Guamuhaya. Ello concuerda con el criterio de Uhl (1989), quien refiere a la intervención antrópica como causa modificadora de la estructura de las poblaciones naturales.

El desarrollo cafetalero, agrícola, ganadero y forestal presente en el área de distribución histórica de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* han provocado profundos cambios en los ecosistemas montañosos, siendo sus principales acciones la tala selectiva, la sustitución de la vegetación natural, la utilización de recursos locales para la construcción y la tala. Estos aspectos coinciden con los definidos por González-Torres & al. (2013) y Palmarola & al. (2015), quienes consideran estas amenazas como las principales causas del estado de conservación del taxón.

La forma en la distribución por clases diamétricas coincide con lo propuesto por Malleux (1982) para especies arbóreas en bosques naturales con una mayor tendencia hacia clases menores. Ello implica la ocurrencia de un alto número de individuos en clases diamétricas pequeñas y un bajo número en clases grandes. Adicionalmente, dichos resultados coinciden con los de Del Valle (1986) y Luna (1992), quienes plantean que los árboles tropicales muestran un crecimiento óptimo en diámetros intermedios. La estructura poblacional según el DAP en ambas subpoblaciones, con escasos representantes en clases diamétricas superiores, alude a la explotación a la que los individuos adultos de la subespecie han sido sometidos en el área, tal como refiere González-Torres & *al.* (2016). Estos resultados concuerdan con los de Molina-Pelegri & *al.* (2014) al referir para *Magnolia cubensis* subsp. *cubensis* que este tipo de configuración en su estructura poblacional es también un indicativo de que la población fue víctima de una explotación intensiva.

El valor de correlación medio registrado entre las variables morfológicas altura y DAP para *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* podría deberse a que, en determinada etapa de la vida de los árboles, la altura se incrementa a un ritmo superior al grosor del tronco, como sugiere Lazcano (2004) para *Microcycas calocoma* (Miq.) A. DC. Por lo tanto, individuos de diferentes edades (alturas) poseen un grosor del tronco muy similar, tal como sucede en el taxón objeto de estudio. De acuerdo con Durlo & Denardi (1998), un valor de correlación entre la altura y el DAP similar al obtenido en este estudio es característico de árboles que han desarrollado una arquitectura cónica, que los hacen más resistentes al efecto de los vientos, producto de constantes precipitaciones. Esta característica podría ser una adaptación al ambiente donde vive esta subespecie con precipitaciones continuas durante todo el año (CNGG 2000).

El patrón de arreglo espacial agregado, tanto a nivel poblacional como subpoblacional, concuerda con los criterios de Duque (2002) y Begon & *al.* (2006), quienes plantean que las poblaciones de plantas tienen marcada tendencia a distribuirse de esta forma. Este patrón de arreglo espacial puede ser resultado de la dinámica de regeneración propia de cada población y de la heterogeneidad ambiental a la que se encuentra sometida (Condit & *al.* 2000, Seidler & Plotkin 2006). Este mismo tipo de patrón fue el reportado para *Magnolia dealbata* (Gutiérrez & Vovides 1997) y *M. officinalis* subsp. *biloba* (Rehd. & Wils.) Law (He & *al.* 2009). No obstante, no debe descartarse el posible efecto de la fragmentación del hábitat sobre el arreglo espacial agregado encontrado en los individuos de este taxón. Según Levins (1969, 1970) y Hanski & Gilpin (1991) la fragmentación puede causar la división de las

poblaciones originales de plantas en pequeños grupos de individuos. Estos resultados coinciden con la distribución obtenida para esta subespecie en la región.

Distribución

La distribución de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* desde un punto de vista biológico pudiera estar relacionada con condiciones ecológicas favorables para su desarrollo en las montañas de Guamuhaya. Sin embargo, la configuración actual de su distribución pudiera ser reflejo directo de la tala de individuos y la fragmentación en las áreas que constituyen su hábitat. Esto pudiera explicar el limitado valor de su área de ocupación (0,0256 km²) en la región. Al considerar la fragmentación de los hábitats donde vive *M. cubensis* subsp. *acunae* (Hernández 2016), la disminución histórica de su población podría haber favorecido un ajuste en la distribución de los hábitats más afines a su condición original. Esto coincide con los criterios de Wiens & Graham (2005) en su teoría del “conservadurismo de nicho” la cual expone la tendencia de grupos de individuos aislados de la misma población producto de la fragmentación, a mantener el nicho ecológico original.

El valor de la extensión de presencia (102,9 km²) muestra síntomas de limitación espacial, los cuales concuerdan con los propuestos por Jiménez-Alfaro (2008) como resultado de la fragmentación de los hábitats en ecosistemas de montaña. Entre estos síntomas se destacan el alto grado de agrupamiento de los individuos y el bajo grado de ocupación del paisaje considerado como óptimo para su presencia. La variación altitudinal (676-1 053 msm) referida para la subespecie en este estudio difiere de la propuesta por Imkhanitzkaja (1991) y González-Torres & *al.* (2013), probablemente relacionado con una escasa prospección a la población y la precisión de los métodos aquí empleados. Estas diferencias realzan lo planteado por Martella & *al.* (2012) sobre el valor de los censos poblacionales como método para un mayor conocimiento de la variabilidad y plasticidad biológica de las especies.

CONCLUSIONES

La población de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* está compuesta por 486 individuos, con un predominio de alturas entre 7,5 y 15 m, y clases diamétricas (DAP) menores de 60 cm; probablemente como consecuencia de perturbaciones que han afectado negativamente la regeneración natural y de la explotación forestal a la que ha estado sometida la misma en el pasado. La población presenta un arreglo espacial agregado en el macizo montañoso de Guamuhaya donde se localiza entre los 676 y 1 053 msm y ocupa un área de 0,0256 km². Este patrón de arreglo, así como su distribución geográfica están condicionados por la heterogeneidad ambiental de la región, así como la fragmentación de su hábitat.

AGRADECIMIENTOS

La publicación de este trabajo se dedica a la memoria de Luis Granado Pérez, quien obtuvo su grado de Licenciatura en Biología con este tema y realizó gran parte de los muestreos y análisis. Los autores desean agradecer el apoyo del Jardín Botánico Nacional de la Universidad de La Habana, la Sociedad Cubana de Botánica, Planta!, el Jardín Botánico de Cienfuegos, la Sociedad Internacional de Magnolia, Fauna y Flora Internacional, *Botanic Gardens Conservation International*, *MBZ Species Conservation Fund*, *Whitley Fund for Nature*, por el apoyo durante la realización de esta investigación. Se agradece la colaboración de los trabajadores y habitantes del Paisaje Natural Protegido Topes de Collantes y de la Reserva Ecológica Lomas de Banao, en especial a Jose Luis Moscoso y Oliver Valle. Además, agradecemos a todas las personas que colaboraron durante la toma de datos, en especial a Daryl D. Cruz, Diana Rodríguez, Duniel Barrios, Eldis R. Bécquer, Jorge Luis Guera, Lisbet González-Oliva y Mario Gordillo. El agradecimiento a Marie-Stéphanie Samain y José Angel García-Beltrán por sus sugerencias y comentarios. Los autores agradecen a los revisores anónimos y editores de la Revista del Jardín Botánico Nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo-Murakami, A., Cardona-Peña, V., De la Quintana, D., Fuentes, A., Jørgensen, P., Maldonado, C., Miranda, T., Paniagua-Zambrana, N. & Seidel, R. 2005. Estructura y diversidad de plantas leñosas en un bosque amazónico preandino en el sector del río Quendeque, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecol. Bolivia* 40(3): 304-324.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. 4th Ed. Blackwell Publishing. Oxford, UK.
- 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.
- Bisse, J. 1988. *Árboles de Cuba*. Editorial Científico Técnica. La Habana, Cuba.
- 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. (Eds.). *Population viability in plants*. Springer-Verlag. New York, USA.
- Cabrera, H. & Wallace, R. 2007. Densidad y distribución espacial de palmeras arborescentes en un bosque preandino-amazónico de Bolivia. *Ecol. Bolivia* 42(2): 121-135.
- Callaway, D. 1994. *Magnolias*. B.T. Batsford Ltd. London, UK.
- CBD (Convention on Biological Diversity). 1992. *Convention on Biological Diversity*. United Nations Conference on Environment and Development. Rio de Janeiro, Brasil.
- Cicuzza, D., Newton, A. & Oldfield, S. 2007. *The Red List of Magnoliaceae*. Fauna y Flora International. Cambridge, UK.
- CNAP. 2013. *Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2014-2020*. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana, Cuba.
- CNNG. 2000. *Diccionario geográfico de Cuba*. Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia. La Habana, Cuba.
- Condit, R., Ashton, P.S., Baker, P., Bunyavejchewin, S., Gunatilleke, S. & Yamakura, T. 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science* 288(5470): 1414-1418.
- Del Valle, J.I. 1986. La ecuación de crecimiento de von Bertalanffy en la determinación de la edad y el crecimiento de árboles tropicales. *Rev. Facult. Nac. Agro.* 39(1): 61-74.
- Domínguez, A.G. & Acosta, E. 2012. Características ambientales de la provincia de Sancti Spiritus. Pp. 11-43. En: Domínguez, A. G., M. Torres & Puerta, Y. *Experiencias en la protección de la biodiversidad y el desarrollo sostenible en la provincia de Sancti Spiritus*. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Sancti Spiritus, Cuba.
- Duque, A.M.B. 2002. Distribución vertical del área foliar de tres especies de *Philodendron* (Araceae): una visión integrada a la comunidad de aráceas en un bosque de tierra firme en la Amazonia Brasileira. *Ecol. da Floresta* (1): 159-162.
- Durlo, M.A. & Denardi, L. 1998. Morfometría de *Cabralea canjerana*, em mata secundaria nativa do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal* 8(1): 55-66.
- Esri, I. 2008. *ArcGIS 9.3*. Environmental Systems Research Institute, Redlands.
- García, J.J. 1995. *La categorización de especies amenazadas de extinción*. Fundación para la conservación de las especies y Medio Ambiente. Buenos Aires, Argentina.
- Gaston, K.J. 2009. Geographic range limits of species. *P. Roy. Soc. Edinb. B.* 276(1661): 1391-1393.
- González-Torres, L.R., Palmarola, A., Bécquer, E.R., Berazaín, R., Barrios, D. & Gómez, J.L. 2013. Top 50: Las 50 plantas más amenazadas de Cuba. *Bissea* 7 (número especial 1).
- González-Torres, L.R., Palmarola, A., González-Oliva, L., Bécquer, E.R., Testé, E., Castañeira-Colomé, M.A., Barrios, D., Berazaín, R., Gómez-Echavarría, J.L., García-Beltrán, J.A., Granado, L., Rodríguez-Cala, D., & Regalado, L. (Comp.). 2016. Lista Roja de la flora de Cuba. *Bissea* 10 (número especial 1): 33-283.
- Graham, C.H., Ferrier, S., Huettman, F., Moritz, C. & Perteson, A.T. 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends Ecol. Evol.* 19: 497-503.
- Grammont, P.C & Cuarón, A. D. 2006. An evaluation of threatened species categorization systems used on the American continent. *Conserv. Biol.* 20:14-27.
- Gutiérrez, L. & Vovides, A.P. 1997. An in situ study of *Magnolia dealbata* Zucc. in Veracruz State: an endangered endemic tree of Mexico. *Biodivers. Conserv.* 6(1): 89-97.
- Hammer, Ø, Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4(1): 9.
- Hanski, I. & Gilpin, M. 1991. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biol. J. Linn. Soc.* 42: 3-16.

- He, L., Chen, L., Si, Y., Huang, B., Ban, X. & Wang, Y. 2009. Population structure and genetic diversity distribution in wild and cultivated populations of the traditional Chinese medicinal plant *Magnolia officinalis* subsp. *biloba* (Magnoliaceae). *Genetica* 135:233–243.
- Hernández, M. 2016. Efectos de la fragmentación del hábitat en la estructura y diversidad genética de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae*. Tesis de Maestría. Facultad de Biología, Universidad de La Habana.
- Howard, A.F. & Valerio, J. 1996. Financial returns from sustainable forest management and selected agricultural land-use options in Costa Rica. *Forest Ecol. Manag.* 81(1): 35-49.
- Imkhanitzkaja, N.N. 1991. Genus *Magnolia* L. (Magnoliaceae) in flora Cubae. *Novosti Sistematiki Visshikh Rasteniy* 28: 58-77.
- UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN. Gland, Suiza & Cambridge, Reino Unido.
- Jiménez-Alfaro, B. 2008. Biología de la conservación de plantas vasculares en la Cordillera Cantábrica. Prioridades y casos de estudio. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison-Wesley Educational Publisher. California, USA.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas: posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Ed. Cooperación Técnica. Alemania. Lazcano, J.C. 2004. Biología poblacional y aspectos ecológicos de *Microcycas calocoma* (Miq.) A. DC., en la Sierra de La Caoba, Viñales. Tesis de Maestría. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana.
- León & Alain. 1951. Flora de Cuba II. Dicotiledóneas: Casuarinaceae a Meliaceae. *Contr. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio "De La Salle"* 10.
- Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bull. Entomol. Soc. Amer.* 15(3): 237-240.
- Levins, R. 1970. Extinction. Lectures on mathematics in the life. *Science* 2: 75-107.
- Luna, L. 1992. Estudio sobre crecimiento y edad de 20 especies forestales comerciales de los bosques naturales Venezolanos. *Silvicultura em Sao Paulo (Brasil)* 16A(1): 399-406.
- Malleux, J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Univ. Nacional Agraria, Dpto. de Manejo Forestal. Lima, Perú.
- Margules, C.R. & Sarkar, S. 2007. *Systematic conservation planning*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Martella, M.B., Trumper, E., Bellis, L., Renison, M., Giordano, D., Bazzano, P.F. & Gleiser, R.M. 2012. Manual de Ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca* 5(1).
- Meffe, G.K. & Carroll, C.R. 1997. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, USA.
- Menges, E.S. 1990. Population viability analysis for an endangered plant. *Conserv. Biol.* 4(1): 52-62.
- Molina-Peigrín, Y., Santos-Chacón, W., Sosa-López, A., Arcia-Chávez, M., Hechevarría-Kindelán, O. & Rosales-Rodríguez, M. 2014. Estructura poblacional de *Magnolia cubensis* subsp. *cubensis* en la Reserva Ecológica El Gigante. *Baracoa. Revista Ci.-Técn.* 34(1): 1-9.
- Oostermeijer, J.G.B., Van Eijck, M.W. & Den Nijs, J.C.M. 1994. Offspring fitness in relation to population size and genetic variation in the rare perennial plant species *Gentiana pneumonanthe* (Gentianaceae). *Oecologia* 97(3): 289-296.
- Palmarola, A., González-Torres, L., Granado, L. & Hernández, M. 2015. *Magnolia cubensis* subsp. *acunae*. *Bissea* 9 (número especial 4): 405.
- Primack, R.B., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo R., & Massardo, F. 2010. *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México D.F, México.
- Rankin, R. & Areces, F. 2003. Contribución a la actualización taxonómica y localización geográfica de especies amenazadas y endémicas de Cuba. *Rev. Jard. Bot. Nac. Univ. Hab.* 24 (1-2): 81-128.
- Ricardo, N.E., Capote, R., Vilamajó, D., Hernández, A., Rodríguez, L., Cabrera, L. & González, A. 2008. Flora, formaciones vegetales y mapa de vegetación a escala 1: 250 000, provincia Santi Espíritu, Cuba. *Acta Botánica Cubana* 199: 12-25.
- Rivers, M., Beech, E., Murphy, L. & Oldfield, S. 2016. The Red List of *Magnoliaceae* – revised and extended. BGCI. Richmond, UK.
- Rollet, B. 1971. La regeneración natural en bosque denso siempreverde de llanura de la Guayana Venezolana. *Boletín IFLA* 35: 39-74.
- Schemske, D.W., Husband, B.C., Ruckelshaus, M.H., Goodwillie, C., Parker, I.M. & Bishop, J.G. 1994. Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. *Ecology* 75: 584-606.
- Seidler, T.G. & Plotkin, J.B. 2006. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *Plos Biology* 4(11): e344.
- Soberón, J. & Peterson, A.T. 2004. Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philos. T. R. Soc. B.* 359: 689-698.
- Wiens, J.J. & Graham, C.H. 2005. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 36: 519- 539.
- Zagt, R.J. & Werger, J.A. 1997. Spatial components of dispersal and survival for seeds and seedlings of two codominant tree species in the tropical rain forest of Guyana. *Tropical Ecology* 38(2): 343-355.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th Ed- Prentice Hall. New Jersey, USA.