

## Caracterización de la estructura poblacional de *Phyllanthus orbicularis* (Phyllanthaceae) en la Sierra de Cajálbana, La Palma, Pinar del Río, Cuba.

## Characterization of the population structure of *Phyllanthus orbicularis* (Phyllanthaceae) in Sierra de Cajálbana, La Palma, Pinar del Río, Cuba.

Luis Manuel Leyva Díaz<sup>1</sup>, Dennys de Vales Fernández<sup>1</sup>, Alicia Castañeda Correa<sup>1</sup>, Gabriela Rijo de Francisco<sup>1</sup>, Diego Alameda González<sup>1</sup>, Ramón Torres<sup>3</sup> y Banessa Falcón Hidalgo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>.- Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de La Habana.

<sup>2</sup>.- Jardín Botánico Nacional, Universidad de la Habana. [banessa@fbio.uh.cu](mailto:banessa@fbio.uh.cu)

<sup>3</sup>.- Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres, Empresa Nacional para la protección de la Flora y la Fauna.

Fecha de recepción: 1 de octubre de 2018      Fecha de aceptación: 19 de diciembre de 2018

**RESUMEN.** *Phyllanthus orbicularis* Kunth es una planta endémica de Cuba de la familia Phyllanthaceae, que habita sobre los suelos de serpentina desde Pinar del Río hasta los alrededores de la ciudad de Holguín y Antilla. En los matorrales xeromorfo sobre serpentinas, es una especie dominante, lo que podría indicar que esta ha alcanzado un gran éxito evolutivo en la colonización de este hábitat. En este trabajo se caracterizó la estructura poblacional de la Reserva Florística Manejada "Cuabales de Cajálbana", La Palma, Pinar del Río. Se realizó un muestreo sistemático que constó de 10 parcelas de 2m x 2m (4m<sup>2</sup>), dispuestas cada 5m y cambiando de dirección cada dos parcelas. En cada parcela se registró el total de individuos y a cada individuo se le midió la altura, diámetro de la base y la cobertura de la copa. Se establecieron clases de estado a partir de los valores de la altura y el diámetro de la base. La densidad poblacional fue de 5,25 (± 3,53) individuos/m<sup>2</sup> y el patrón de arreglo espacial resultó agregado que es el característico de las especies arbustivas. Se evidenciaron individuos en todas las clases de estado establecidas para la caracterización de la población, lo que demuestra que es estable en el área de estudio y que presenta un alto porcentaje de reclutamiento, lo que garantiza su mantenimiento en el tiempo.

**Palabras clave:** Arreglo espacial, Cuba Occidental, ecología vegetal, matorral xeromorfo sobre serpentina

**ABSTRACT.** *Phyllanthus orbicularis* Kunth is an endemic plant from Cuba of the Phyllanthaceae family, which lives on the serpentine soils from Pinar del Río to the surroundings of the city of Holguín and Antilla. In the xeromorphic shrubs on serpentine soils, it is a dominant species, which could indicate that it has achieved a great evolutionary success in the colonization of this habitat. In this work, the population structure of the Managed Floristic Reserve "Cuabales de Cajálbana", La Palma, Pinar del Río, was characterized. A systematic sampling consisted of 10 plots of 2m x 2m (4m<sup>2</sup>), arranged every 5m and changing direction every two plots was made. In each plot, the total number of individuals was recorded and each individual was measured for height, diameter of the base and coverage of the crown. State classes were established based on the values of the height and diameter of the base. The population density was of 5.25 (± 3.53) individuals/m<sup>2</sup> and the pattern of spatial arrangement was clustered that is the characteristic of the shrub species. Individuals were observed in all state classes determined for the characterization of the

population, which holds its stability in the study area and showed a high percentage of recruitment, which guarantees its maintenance over time.

**Keywords:** Spatial arrangement, cuabal, Western Cuba, plant ecology, xeromorphic shrubs on serpentine soils

## INTRODUCCIÓN

La estructura de las poblaciones es el resultado de la acción de diferentes factores bióticos y abióticos a los cuales han estado sometidos los miembros actuales de la población así como sus ancestros (Hutchings, 1997). Los estudios de esta temática constituyen un registro puntual de lo que ocurre en la dinámica poblacional, pero permiten describir a la población de forma objetiva y son fundamentales para emitir criterios de conservación de las especies (Begoña, 2002). Además, permiten analizar la variabilidad dentro y entre poblaciones naturales, así como examinar los procesos involucrados en su mantenimiento (Remis, 2011).

En Cuba, una de las características más sobresalientes de la flora es su alto endemismo. Un ejemplo de esto lo constituyen los matorrales xeromorfos sobre serpentina o cuabales (Capote & Berazaín, 1984), en los cuales alrededor del 80% de las especies que habitan en los mismos son endémicas de la isla (Borhidi, 1996). La Sierra de Cajálbana presenta suelos que han evolucionado desde el Plioceno, haciéndolo uno de los núcleos serpentínícolos más antiguos del país (Berazaín, 1987). Esto ha propiciado la formación de un área extensa de este tipo de formación vegetal, donde se han registrados 52 endémicos locales y 61 especies amenazadas de la flora del país (Hernández *et al.*, 2006), por lo que es de vital importancia de estudios acerca de su flora y vegetación. Entre las especies que más se destacan en esta formación vegetal se encuentran *Bursera angustata* C. Wrigt ex Briseb, *Neobracea valenzuelana* (A. Rich.) Urb., *Oplonia nannophylla* (Urb.) Stearn y *Phyllanthus orbicularis* Kunth.

El género *Phyllanthus* es uno de los más grandes dentro de las angiospermas (Webster, 1958), con alrededor de 1200 especies distribuidas por casi todo el planeta (Kathriarachchi *et al.*, 2006). La mitad de las especies del Caribe son endémicas de los núcleos de serpentina de Cuba y La Española, además cerca del 92% de las mismas son serpentina-obligadas (Webster 1958). En Cuba este género está representado por 50 especies de las cuales el 77% son endémicas (Falcón *et al.*, 2017). Entre estas se encuentra *Phyllanthus orbicularis* que es la de

mayor distribución en la isla, y sus poblaciones se desarrollan y son predominantes en la mayoría de los cuabales desde Pinar del Río hasta los alrededores de la ciudad de Holguín y Antilla (de Vales, 2016), lo que podría indicar el éxito evolutivo que ha alcanzado en la colonización del hábitat. Por tanto, comprender la biología de *P. orbicularis*, podría constituir un modelo para entender la evolución de la flora sobre serpentina (Berazaín, 1976). Es por ello que el objetivo de este trabajo es caracterizar la estructura poblacional de *P. orbicularis* en la Sierra de Cajálbana, Pinar del Río.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en el matorral xeromorfo espinoso de la Reserva Florística Manejada "Cuabales de Cajálbana", localizada al noreste del municipio La Palma, Pinar del Río, perteneciente al sector *Rosaricum*, distrito *Cajalbanense* (Borhidi, 1996). En esta formación vegetal las especies arbóreas emergentes son *Pinus caribaea* Morelet, *Plumeria obtusa* subsp. *sericifolia* (Griseb.) Borhidi, *Coccothrinax yuraguana* (A. Rich.) León. Los arbustos dominantes son *Zanthoxylum dumosum* A. Rich., *Neobraccia valenzuelana* y *Phyllanthus orbicularis*. El estrato herbáceo está caracterizado fundamentalmente por la presencia de *Heptanthus ranunculoides* Griseb. y *Lachnorhiza micrantha* (Borhidi) Borhidi.

### La especie

Las plantas de *Phyllanthus orbicularis* son arbustos glabros de hasta 2 m de altura (**Fig. 1A**) con ramificación filantoidea. Ramas deciduas pardo-rojizas y con hojas oblato-orbiculares, cartáceas con márgenes enteros. Las hojas del eje principal están reducidas a catafilos. Son plantas monoicas, con inflorescencias en cúlulas con 2-5 flores. Flores con cáliz blancuzo o rojizo con 6 lobos, las masculinas (**Fig. 1B**) con disco de 6 segmentos rojo oscuros, anteras obovadas y estipitadas en dos verticilos; las femeninas (**Fig. 1B**) con disco hexagonal, plano, entero y rojo, ovario sésil o ligeramente estipitado, estilos erectos y connados en una columna. Fruto en cápsula, pardo-rojiza, lisa o ligeramente rugosa (Falcón *et al.*, 2018).

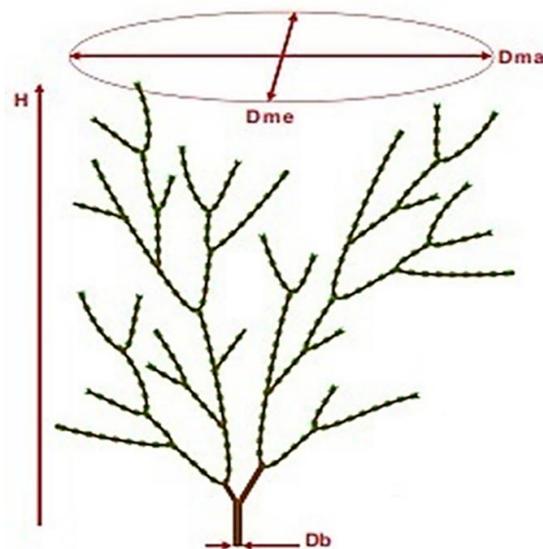


**Figura 1:** *Phyllanthus orbicularis*. **A:** Porte. Barra de escala: 20,0 cm. **B:** Rama florecida (FM: flor masculina, FF: flor femenina). Barra de escala: 1,0 cm. Fotos: Banessa Falcón

### Estructura poblacional

La estructura poblacional se caracterizó a partir de un muestreo sistemático que consistió en la ubicación de 10 parcelas 2 x 2 (4 m<sup>2</sup>) distribuidas cada cinco metros y cambiando de dirección cada dos parcelas. En cada parcela se registró el número de individuos de la especie y se midieron las siguientes variables: altura de la planta; diámetro de la base; diámetro de mayor cobertura (Dma) y diámetro de menor cobertura (Dme) (**Fig. 2**). Con los valores de los diámetros de mayor y menor cobertura se procedió a calcular la variable cobertura de la planta (C) a través de la fórmula planteada por Bongers et al. (1988) donde  $C = 0,25 * Dma * Dme * \pi$ .

Fueron establecidas dos fenofases, juveniles (que no presentaron más de una ramificación del eje principal, ni evidencias de haber florecido) y adultos (que presentaban más de una ramificación del eje principal de la planta y/o evidencias de haber florecido). En el caso de los juveniles, debido a su corto desarrollo, solo se midieron la altura y el diámetro de la base. Para la medición de todas las variables fue utilizada una cinta métrica (error = 0,1 cm), excepto para el diámetro de la base de la planta, para lo cual fue empleado un pie de rey (error = 0,01 cm).



**Figura 2:** Disposición Variables evaluadas en los individuos de *Phyllanthus orbicularis*. H: altura de la planta, Db: diámetro de la base, Dma: diámetro de mayor cobertura, Dme: diámetro de menor cobertura. Modificado de García-Beltrán *et al.* (2016).

Se realizó una correlación entre las variables altura, diámetro de la base y cobertura con el objetivo de caracterizar la población mediante la delimitación de clases de estado según las variables que no estuvieran biológicamente correlacionadas. A partir del número de individuos en cada una de estas clases, se elaboró un histograma donde se destacaron las frecuencias relativas de los individuos en cada una de estas.

Se determinó la densidad poblacional a partir de la división de la media del número de individuos en cada parcela entre el área de la misma ( $4 \text{ m}^2$ ). Además, se calculó el patrón de arreglo espacial para las poblaciones a través del índice de Morisita estandarizado ( $I_p$ ) según Krebs (1999), el cual asume valores entre -1 y +1, para el cual  $I_p = 0$  representa una distribución aleatoria,  $I_p > 0$  distribución agregada y  $I_p < 0$  distribución uniforme (Cabrera y Wallace, 2007).

### Análisis de los datos

A todas las variables analizadas se les realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para verificar si los datos se ajustaban a una distribución normal bivariada. Como los datos analizados no se ajustaron a dicha distribución se utilizó una Correlación Simple por Rangos de Spearman. En los análisis estadísticos se utilizó el programa Statistica v 8.0 y se asumió  $\alpha$

= 0,05. Se consideró una correlación biológicamente significativa para los valores de  $r_s \geq 0,7$  según lo planteado por Zar (1999). El patrón de arreglo espacial de la población se determinó utilizando el programa Ecological Methodology v. 6.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la población de *Phyllanthus orbicularis* en los cuabales de la Sierra de Cajalbana, La Palma, Pinar del Río, se encontraron 210 individuos, de los cuales el 91,9% eran adultos y el restante 8,1% fueron juveniles. Este resultado indica que la población lleva tiempo establecida en la localidad y se encuentra envejecida, según el criterio de Primack *et al.* (2001). No obstante, la presencia tanto de juveniles como de adultos en la misma población, constituye un indicador importante del estado de salud de estas poblaciones, lo que indica un adecuado reclutamiento y un buen estado de conservación de las mismas (*op. cit.*). Además, evidencia la capacidad de la población de automantenerse en el tiempo y que está bien adaptadas a las condiciones presentes en el medio donde habitan.

En las **Tabla I** se muestran los valores del coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s$ ) para las variables medidas, donde se evidencia que solo existe una relación biológicamente significativa entre la altura y la cobertura de la planta. Sin embargo, no existe una relación biológicamente significativa entre la altura y el diámetro de la base, lo que contradice lo planteado por Palacios (2005), quien sugirió que una planta debe aumentar su grosor a medida que gana en altura. Este resultado difiere además a los obtenidos por García-Beltrán *et al.* (2016) en *Hypericum styphelioides* A. Rich. subsp. *styphelioides* y Granado *et al.* (2016) en *Tabebuia lepidophylla* (A.Rich) Greenm, en estudios ecológicos realizados en un arbusto y un árbol pequeño respectivamente, ambos endémicos de Cuba. Esto podría estar dado por el tipo de ramificación que presenta *Phyllanthus orbicularis*, en la cual las hojas del eje principal están reducidas a catafilos y las ramas plagiotrópicas, usualmente deciduas, son las que portan los nomófilos verdaderos (Webster, 1956), por lo que durante el desarrollo ontogenético aumenta la cantidad de ramas plagiotrópicas deciduas y no aumenta con la altura de la planta el diámetro de la base. Por otra parte, la mayoría de los individuos se ramificaban desde la base (**Fig. 1A**), por lo que la cobertura de las plantas si pudiera correlacionar con su altura.

Por lo antes expuesto se caracterizó la población en base a las variables no correlacionadas: altura y diámetro de la base.

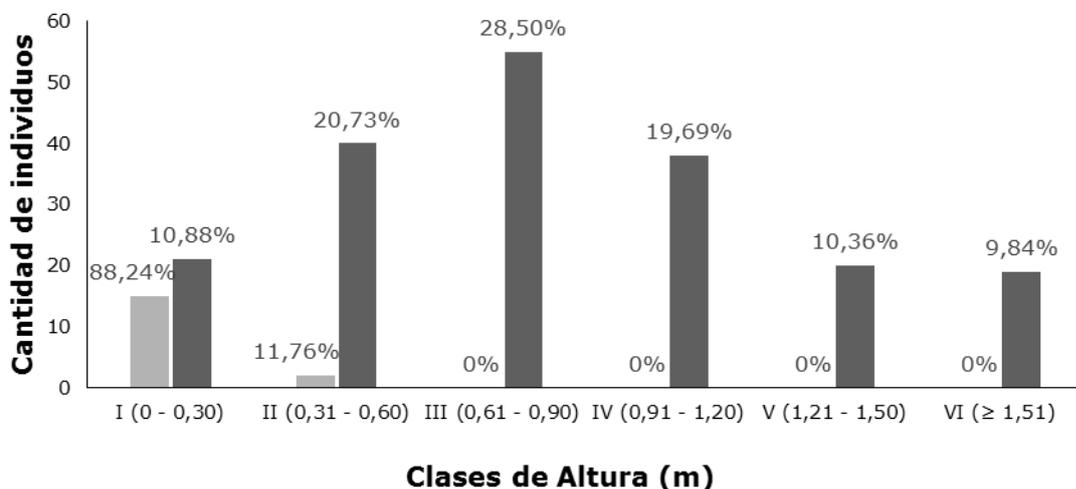
**Tabla I:** Matriz de correlación por rangos de Spearman entre las variables seleccionadas para caracterizar la estructura poblacional de *Phyllanthus orbicularis* en la Sierra de Cajálbana. Se destaca en rojo los valores biológicamente significativos del coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s \geq 0,7$ ).

	Altura	Diámetro de la Base	Cobertura
Altura	-		
Diámetro de la Base	0,602847	-	
Cobertura	0,815534	0,639620	-

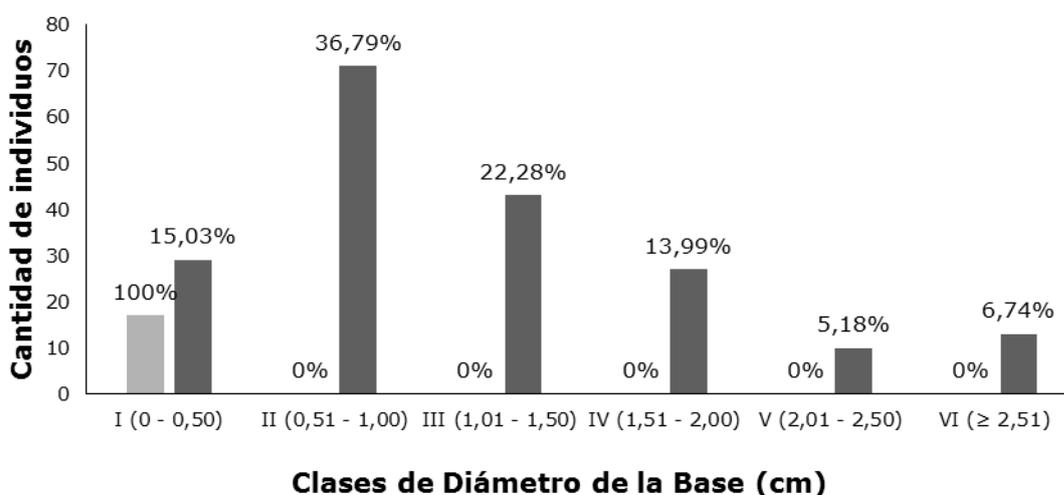
Las clases de estado según la altura se delimitaron en base a los resultados obtenidos durante la visita al área y se establecieron seis rangos: (I) individuos de 0 – 0,30 m; (II) de 0,31 – 0,60 m; (III) de 0,61 – 0,90 m; (IV) de 0,91 – 1,20 m; (V) de 1,21 – 1,50 m y (VI)  $\geq 1,51$  m. La población de *Phyllanthus orbicularis* en el cuabal de Cajálbana mostró una mayor frecuencia de individuos en la clase de altura III, la cual representa un 26,19% del total de individuos medidos (**Fig. 3A**). A partir de la clase IV se observó una reducción de la cantidad de individuos por clases desde aquellos mayores de 0,91 m. La altura promedio de la población fue de 0,82 ( $\pm 0,5$ ) m con un mínimo de 0,04 m y un máximo de 2,98 m. Además, solo se evidenciaron individuos juveniles en las dos primeras clases de estados, los que fueron más abundantes en la de menor altura, esto constituye un indicador de la capacidad de automantenerse que presenta esta población por el alto grado de reclutamiento evidenciado y coincide con lo planteado por Falcón *et al.* (2016) para una población de *Morella cerifera* (L.) Small en la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario.

Esta estructura con registros de mayores frecuencias en las primeras clases de estado por altura y una disminución progresiva hasta las últimas concuerda con el criterio de Foster y Hubbell (1990). Dichos autores relacionan este patrón con una población óptimamente estructurada con un gran porcentaje de juveniles reclutados y una reducción en número de individuos más longevos. Resultados similares fueron encontrados en otras especies

endémicas de Cuba que habitan en serpentininas como *Vachellia belairioides* Urb. (Gómez et al., 2018).



A



B

**Figura 3:** Estructura poblacional de *Phyllanthus orbicularis* en el cuabal de la Sierra de Cajálbana, La Palma, Pinar del Río, junio de 2017. **A:** según clases de estado de altura. **B:** según clases de estado de diámetro de la base. Los porcentajes por encima de las barras corresponden a las frecuencias relativas de individuos juveniles (barras grises) y adultos (barras negras) respectivamente en cada clase.

Con respecto al diámetro de la base, también fueron establecidos seis rangos o clases de estado: (I) individuos de 0 – 0,50 cm; (II) de 0,51 – 1,00 cm; (III) de 1,01 – 1,50 cm; (IV) de 1,51 – 2,00 cm; (V) de 2,01 – 2,50 cm y (VI)  $\geq 2,51$  m. La población mostró una mayor frecuencia de individuos en la clase II de diámetro de la base, la cual representa un 33,8% del

total de individuos medidos (**Fig. 3B**). También se observó una disminución continua en el número de individuos de las clases superiores. El diámetro de la base promedio de la población fue de 1,15 ( $\pm$  0,91) cm con un mínimo de 0,03 cm y un máximo de 5,6 cm. Además, solo se evidenciaron juveniles en la primera clase de estado.

Esta estructura sigue el principio de que una población estable o en equilibrio es aquella que mantiene una tasa de reproducción fluctuante en donde existe un balance de natalidad y sobrevivencia (Soberón, 2002). Además, al igual que con las clases de estado por altura, la reducción en la frecuencia de individuos desde clases de menores a las clases mayores permite suponer un flujo adecuado de regeneración y reclutamiento, lo cual mantiene el tamaño constante de la población (Clark *et al.*, 1999).

La presencia de individuos en todas las clases de altura y de diámetro de la base, evidencia un buen estado de conservación de *Phyllanthus orbicularis* en los cuabales de la Sierra de Cajalbana, ya que sugiere que se trata de una población auto-regenerativa caracterizada por poseer individuos de todas las etapas de desarrollo con probable mortalidad, los cuales pueden ser reemplazados por los que se encuentran en etapas anteriores (Peters, 1996). Este patrón se ha evidenciado además en otras especies como *Encyclia pyriformis* (Griseb. & H. Wendl.) H. Wendl (Testé *et al.*, 2017), *Magnolia oblongifolia* (León) Palmarola (Palmarola *et al.*, 2017) y *Vachellia belairioides* (Gómez *et al.*, 2018), las cuales presentaron una estructura estable.

La población de *Phyllanthus orbicularis* en la Sierra de Cajalbana presentó una densidad poblacional de 5,25 ( $\pm$  3,53) individuos/m<sup>2</sup> y, los individuos de esta población mostraron un patrón de arreglo espacial agregado según el Índice de Morisita estandarizado ( $I_p = 0,6005$ ). Este patrón de arreglo espacial coincide con el criterio de Begon *et al.* (2006), quien planteó que este es el patrón más común en las poblaciones naturales de plantas y ha sido referenciado para varias especies cubanas como *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* Imkhan (Granado, 2015), *Erigeron bellidiastroides* Griseb. (Rodríguez-Cala *et al.*, 2017) y *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* (García-Beltrán *et al.*, 2015). Tal patrón concuerda además con lo propuesto por Szwagrzyk y Czerwczak (1993), quienes concluyen que este tipo de arreglo es característico de especies arbustivas. Este tipo de arreglo espacial está dado por interacciones positivas entre los individuos de la población y estos tienden a ser atraídos por determinada particularidad del ambiente (Pielou, 1977). Se debe también a la existencia de

micrositios determinados donde las semillas encuentran las condiciones favorables para germinar y sobrevivir (Barbour *et al.*, 1987). Estas condiciones en la Sierra de Cajálbana son positivas para el establecimiento de nuevos individuos de *P. orbicularis* como pudieran ser la temperatura (24,5-25,5°C), las precipitaciones (1300-1800 mm), la humedad relativa (60-85%) y la incidencia de la luz (Berazaín, 1987).

## CONCLUSIONES

La población de *Phyllanthus orbicularis* en la Sierra de Cajálbana en junio de 2018 mostró una estructura estable, lo que constituye un indicador de su estado de conservación. La altura y el diámetro de la base constituyen variables factibles para caracterizar la estructura de poblaciones de *P. orbicularis*, por lo que son elementos importantes a tener en cuenta en futuros estudios poblacionales en esta y otras especies arbustivas del mismo género.

## Agradecimientos

A Planta! – Iniciativa para la conservación de la flora de Cuba, y al Centro Nacional de Áreas Protegidas por su contribución con esta investigación. A los trabajadores del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres, en especial a Ana Alfonso Rodríguez y a Rafael Carbonell por la atención brindada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbour, M. G., J. H. Burk y W. D. Pitts. 1987. Terrestrial plant ecology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. California, United States.
- Begon, M., C. R. Townsend y J. L. Harper. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing, London, UK, 738 pp.
- Begoña, M. 2002. Inventario y seguimiento en poblaciones de especies amenazadas. pp. 27-42. En: Bañares, A. (coord.) Biología de la conservación de plantas amenazadas. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid, España.
- Berazaín R. 1976. Estudio preliminar de la flora serpentinícola de Cuba. Ciencias. Ser. 10, Bot. 12: 11-26.
- Berazaín, R. 1987. Notas sobre la vegetación y flora de la Sierra de Cajálbana y Sierra Preluda (Pinar del Río). Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana 8(3): 39-68.

- Bongers, F., Pompa, J., Del Castillo, J. M. y Carabias, J. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio*. 74(1): 55-80.
- Borhidi, A. 1996. *Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba*. Akademiai Kiado. Budapest, Hungría.
- Cabrera, W. H. y R. Wallace. 2007. Densidad y distribución espacial en palmeras arborescentes en un bosque preandino-amazónico de Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 42 (2): 121-135.
- Capote R. P. y R. Berazaín. 1984. Clasificación de las Formaciones Vegetales de Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 5(2): 27-75.
- Clark, D. B., M. W. Palmer y D. A. Clark. 1999. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology*. 80(8): 2662-2675.
- de Vales, D. 2016. Análisis de la variabilidad morfológica para la delimitación de *Phyllanthus orbicularis*. Tesis de diploma, Universidad de La Habana, Cuba.
- Falcón, B., A. G. Martínez y D. de Vales. 2016. Estructura y dimorfismo sexual vegetativo en una población de *Morella cerífera* (*Myricaceae*) en la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, Artemisa, Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 37: 181-190.
- Falcón, B., J. L. Gómez y S. Fuentes. 2017. *Phyllanthus phialanthoides* (*Phyllanthaceae*), a new species from northeastern Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 38: 1-6.
- Falcón, B., D. de Vales y S. Fuentes. 2018. Variabilidad morfológica en seis poblaciones de *Phyllanthus orbicularis* (*Phyllanthaceae*), especie endémica de Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 39: 13-27.
- Foster, R. B. y S. P. Hubbell. 1990. Estructura de la vegetación y composición de especies en un lote de 50 hectáreas en la Isla de Barro Colorado. En: Leigh, E., Stanley A. y Windsor, D. *Ecología de un Bosque Tropical. Ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Smithsonian Press. Washington D. C., Estados Unidos.
- García-Beltrán, J. A., J. L. Fiallo, N. Esquivel, K. Meirama, I. Rodríguez, B. Falcón, V. Pérez y L. R. González-Torres. 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.
- Gómez, J. L., D. López, J. A. Sánchez y M. Pernús. 2018. Hábitat y estructura poblacional del árbol amenazado *Vachellia belairioides* (*Fabaceae*): implicaciones para su conservación. *Acta Botánica de Cuba* 271(1): 75-84.
- Granado, L. (2015): Estructura poblacional, distribución geográfica y conservación de *Magnolia cubensis* subsp. *acunae* (*Magnoliaceae*). Tesis de diploma, Universidad de La Habana, Cuba.
- Granado, L., R. Núñez, D. Martínez, S. Delfín, B. Falcón, V. Pérez y L. R. González-Torres. 2016. Estructura poblacional de *Tabebuia lepidophylla* (*Bignoniaceae*) en el bosque de pinos sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles, Pinar del Río, Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 37: 29-37.
- Hernández, Z., R. Carbonell, A. Rodríguez, Y. F. Martín, J. M. Rodríguez, W. Cruz y K. Blanco. 2006. Plan de Manejo del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres. Ministerio de la Agricultura. Cuba. 136pp.

- Hutchings, M. J. 1997. The structure of plant population. pp. 325-358. En: Crowley; M. J. (ed.) Plant Ecology. 2nd Ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford, United Kingdom.
- Kathriarachchi, H., R. Samuel, P. Hoffmann, J. Mlinarec, K. J. Wurdack, H. Ralimanana, T. F. Stuessy y M. W. Chase (2006): Phylogenetics of Tribe *Phyllanthae* (*Phyllanthaceae*; *Euphorbiaceae sensu lato*) based on nrITS and plastid matk DNA sequence data. American Journal of Botany 93(4): 637-655.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. Addison-Welsey Education Publisher. California. United States.
- 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. Magíster en estudios amazónicos. Tesis en opción al título de Máster en estudios amazónicos. Universidad de Colombia.
- Palmarola, A., E. Testé, J. L. Gómez-Hechavarría y L. R. González-Torres. 2017. Estructura etaria de dos magnolias cubanas en Alto de Mina Iberia: *Magnolia oblongifolia* y *M. cristalensis*. Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana 38: 139-142.
- Peters, C. 1996. The ecology and management of non-timber forest resources. World Bank Technical Paper (332): 1-157.
- Pielou, E. C. 1977. Mathematical ecology. John Wiley and Sons. New York, USA, 385 pp.
- Primack, R. B., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo. 2001. Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México D.F, México.
- Reeves, R. D., A. J. M. Baker, A. Borhidi y R. Berazaín (1999): Nickel Hyperaccumulation in the Serpentine Flora of Cuba. Annals of Botany. 83: 29-38.
- Remis, M. I. 2011. Análisis de la estructura poblacional. Journal of basic and applied genetics 22 (1).
- Rodríguez-Cala, D., R. Valdés, A. Dulón, M. Osés, R. Pérez-Gallardo, B. Falcón, Z. Esquivel, V. Pérez-Hernández y L. González-Oliva (2017): Estado de conservación de *Erigeron bellidiastroides* (*Asteraceae*) en Los Pretiles, Pinar del Río, Cuba. Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana 38: 41-48.
- Szwagrzyk, J. y M. Czerwczak. 1993. Spatial patterns of trees in natural forests of east-central Europe. J. Veg. Sci. 4: 469-476.
- Soberón, J. 2002. Ecología de poblaciones. Fondo de Cultura Económica. México.
- Testé, E., L. Pérez, W. Díaz, R. Serrano, E. Fernández, V. Pérez, B. Falcón, A. Palmarola y L. R. González-Torres. 2017. Estructura poblacional de *Encyclia pyriformis* (*Orchidaceae*) en Los Pretiles, Pinar del Río, Cuba. Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana 38: 133-138.
- Webster, G. L. 1956. A monographic study of the West Indian species of *Phyllanthus*. J. Arnold Arbor. 37: 91-122, 217-268, 340-359.
- Webster, G. L. 1958. A monographic study of the West Indian species of *Phyllanthus*. J. Arnold Arbor. 39: 49-100, 111-212.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. 4th Edition. Prentice Hall. New Jersey. United States