

Estructura poblacional de *Gesneria ferruginea* (Gesneriaceae) en el arroyo Las Vueltas, Sierra de Cajálbana, Pinar del Río, Cuba

Population structure of *Gesneria ferruginea* (Gesneriaceae) in the stream Las Vueltas, Sierra de Cajalbana, Pinar del Rio, Cuba

Hany Lemus-Barrios¹, Sandy Toledo² y José Angel García-Beltrán^{1,2,*}

¹Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana, Carretera El Rocío, km 3½, Calabazar, Boyeros, La Habana, Cuba. C.P. 19230. ²Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Edmundo Larenas 234, Casilla 160 C – Correo 3, Concepción, Chile.

*Autor para correspondencia (e-mail: joangelitog@gmail.com).

Palabras clave: clases de estado, censo, densidad poblacional, distribución espacial uniforme, estructura etaria, fenofases

Keywords: state classes, census, population density, uniform spatial distribution, age structure, phenophases

Citación: Lemus-Barrios, H., Toledo, S. & García-Beltrán, J.A. 2020. Estructura poblacional de *Gesneria ferruginea* (Gesneriaceae) en el arroyo Las Vueltas, Sierra de Cajálbana, Pinar del Río, Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 41: 31-35.

Recibido: 26 de febrero de 2020. **Aceptado:** 8 de abril de 2020. **Publicado en línea:** 3 de junio de 2020. **Editor encargado:** Banessa Falcón Hidalgo.

Los estudios de estructura poblacional permiten describir las poblaciones de forma objetiva, a pesar de constituir un registro puntual de su dinámica (Begoña 2002). Este tipo de investigación es útil para emitir criterios sobre el estado de conservación de las especies y evaluar la efectividad de diferentes acciones de manejo (Lennartsson & Oostermeijer 2001).

La preservación de la flora nativa de Cuba tiene relevancia mundial, pues existe un 53 % de endemismo y aproximadamente el 50 % se encuentra amenazada de extinción (González-Torres & al. 2016). Por ello, se han identificado varias, tales como las 50 plantas más amenazadas de Cuba (González-Torres & al. 2013). Una de estas especies En Peligro Crítico es *Gesneria ferruginea* (C. Wright) Urb. (Figura 1), arbusto endémico local de Sierra de Cajálbana, Pinar del Río, que crece en los bosques de pinos y de galerías, a las orillas de arroyos sobre serpentina (Urquiola & al. 2010, González-Oliva 2015).

La calidad del hábitat de *Gesneria ferruginea* ha disminuido desde mediados del siglo XX como consecuencia de una actividad forestal inadecuada, incendios, deslizamientos de tierra y construcciones civiles, que han provocado la destrucción o fragmentación del mismo (Lazcano & al. 2001, Urquiola & al. 2010, González-Torres & al. 2013). Como acciones de conservación, González-Torres & al. (2013) destacan la necesidad de un censo detallado, el cual sirva de base para precisar su estructura demográfica y permita el diseño de un plan para su manejo y conservación. En este sentido, la presente investigación se propone como objetivo: caracterizar la estructura poblacional de *G. ferruginea* en el arroyo Las Vueltas en Sierra de Cajálbana, Pinar del Río, Cuba.

La estructura de la población se caracterizó a partir del censo de los individuos a lo largo del arroyo Las Vueltas, desde su origen hasta el Centro de Visitantes “El Cuabal”, en agosto de 2016. A cada individuo se le midió la altura con una cinta métrica ($\pm 0,01$ m), el diámetro de la base con un pie de rey digital ($\pm 0,01$ mm) y se determinó la presencia de evidencias de reproducción (flores, frutos, pedúnculos de las inflorescencias). En los individuos ramificados desde el sustrato, el diámetro de la base se consideró como la sumatoria de los diámetros de las ramas. Se comprobó la distribución normal bivariada de las variables mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente. La asociación existente entre la altura y el diámetro de la base se verificó mediante una correlación por rangos de Spearman y se consideró biológicamente significativa para $r_s > \pm 0,7$ (Zar 2010). Los análisis estadísticos anteriores se realizaron en el programa *Statística v.10.0.* (StatSoft 2011) y se consideraron estadísticamente significativos para $p < 0,05$.

La estructura etaria se analizó a partir de fenofases y clases de estado, tal como procedieron Falcón & al. (2016) para una especie con similar porte, así como Toledo & al. (2019) para *Heptanthus ranunculooides* Griseb. en la misma área de estudio. Las tres fenofases delimitadas se basaron en la menor talla para la reproducción (límite entre juveniles y adultos) y en la presencia o no de evidencias reproductivas (límite entre adultos estériles y fértiles), tal como García-Beltrán & al. (2016) y Toledo & al. (2019). El número de clases de estado (k) se determinó según la regla de Sturges (1926): $k = 1 + 3,322 (\log n)$, donde “n” es el número de individuos. Estas se establecieron según la altura y diámetro de la base de los individuos, cuyas amplitudes se determinaron mediante la división del rango de la variable en cuestión entre el número de clases (Sánchez-Rodríguez & al. 2003, Ortiz-Quijano & al. 2016).



Fig. 1. *Gesneria ferruginea* en su hábitat (A), detalle de sus hojas (B) y flor (C). Barras de escala: 75 cm (A) y 5 cm (B y C). Fotos: H. Lemus-Barrios.
Fig. 1. *Gesneria ferruginea* in its habitat (A), detail of its leaves (B) and flower (C). Barras de escala: 75 cm (A) y 5 cm (B y C). Photos: H. Lemus-Barrios.

A partir de la cantidad de individuos en cada clase de estado se confeccionó un diagrama de barras para representar las frecuencias absolutas y relativas.

Para evaluar la densidad poblacional y el patrón de arreglo espacial se delimitaron parcelas cuadradas de 5 x 5 m (25 m²) espaciadas 10 m entre sí durante el recorrido descrito anteriormente. La última parcela delimitada fue aquella en la que no se encontraron individuos y posterior a la cual tampoco aparecieron otros. La densidad poblacional se consideró como el número de individuos incluidos en las parcelas entre la sumatoria del área de estas. El patrón de arreglo espacial se calculó mediante el índice de Morisita estandarizado (I_p) en el programa *Ecological Methodologic v.2* (Krebs 1999), el cual asume valores de -1 a 1 (con 95 % de intervalo de confianza), cuyo $I_p=0$ indica una distribución aleatoria, $I_p<0$ corresponden a una distribución uniforme e $I_p>0$ es indicativo de una distribución agregada (Krebs, 1999).

Como resultados del estudio se encontraron 34 individuos de *Gesneria ferruginea* en el arroyo Las Vueltas. Entre la altura de los individuos y el diámetro de su base no existe una

correlación biológicamente significativa ($r_s=0,6015$; $p<0,05$), razón por la cual se tuvieron en cuenta ambas variables para la estructuración de la población.

Las tallas mínimas para la reproducción fueron 82 cm de altura y 0,660 cm de diámetro de la base, por lo que la madurez sexual se alcanza al 30% de la altura máxima (266 cm) y al 7% del diámetro máximo de la base (9,269 cm) registrados en la población (Tabla I). Las fenofases establecidas fueron: (1) juveniles: individuos sin evidencias de reproducción, altura < 82 cm y diámetro de la base < 0,660 cm; (2) adultos estériles: individuos sin evidencias de reproducción, altura \geq 82 cm y diámetro de la base \geq 0,660 cm; y (3) adultos fértiles: individuos con evidencias de reproducción, altura \geq 82 cm y diámetro de la base \geq 0,660 cm. Del total de individuos, se encontraron dos juveniles (5,88 %), seis adultos estériles (17,54 %) y 26 adultos fértiles (76,47 %). Tal predominio de individuos adultos muestra que la población lleva tiempo establecida y se encuentra envejecida (Primack 2006), lo cual concuerda con su condición de endémico estricto de Sierra de Cajálbana (Clark & al. 2013).

TABLA I

Clases de estado según la altura y el diámetro de la base de *Gesneria ferruginea* en el arroyo Las Vueltas, Cajalbana, Pinar del Río, Cuba, agosto de 2016, n=34

TABLE I

State classes according to the height and diameter of the base of *Gesneria ferruginea* in the stream Las Vueltas, Cajalbana, Pinar del Río, Cuba, August 2016, n=34

Clases de estado	Alturas (cm)	Diámetros de la base (cm)
I	5,000 - 57,199	0,258 - 2,059
II	57,200 - 109,399	2,060 - 3,861
III	109,400 - 161,599	3,862 - 5,663
IV	161,600 - 213,799	5,664 - 7,465
V	213,800 - 266,000	7,466 - 9,269

Respecto a la estructuración en clases de estado, se consideraron cinco clases (Tabla I), cuyos diagramas de barras se muestran en la Figura 2. La estructura etaria según la altura (Figura 2A) mostró la segregación de los juveniles en la clase I respecto a los adultos en las restantes cuatro. Los adultos estériles ocuparon menores porcentajes que los fértiles en las clases II-IV, mientras que estos últimos son exclusivos en la clase V. De forma general, se evidencia un patrón gaussiano que indica una población no en equilibrio, debido al limitado reclutamiento de nuevos individuos (Browne & Hecnar 2007, Primack & al. 2001). Se conoce que este tipo de distribución de frecuencias constituye un reflejo de perturbaciones pasadas sobre la población, vinculadas con altas tasas de mortalidad sucedidas en el pasado (Zagt & Werger 1997). Así, tal patrón estructural es característico de especies con problemas de

regeneración en su área nativa, según refieren Lamprecht (1990) y Oostermeijer & al. (1994), lo cual compromete el estado de conservación y viabilidad futura de *Gesneria ferruginea*.

Por otra parte, según el diámetro de la base (Figura 2B), la mayor cantidad de individuos se agrupan en la clase I, la cual incluye las tres fenofases definidas. Las restantes cuatro clases incluyen tres individuos cada una y son todos adultos. El patrón poblacional evidente según esta variable se denomina en "J invertida", donde una mayor concentración de individuos hacia las clases de menor tamaño haría considerar a la población como saludable y con buen ritmo de recambio (Zagt & Werger 1997). Sin embargo, tal consideración es pertinente si la mayoría de los individuos se corresponden con una alta proporción de juveniles (Shahid & al. 2012, Primack & al. 2001), lo cual no ocurre para la población objeto de estudio. De este modo, un análisis comparativo de la distribución de fenofases según las clases de estado indica que la altura de los individuos es la variable más apropiada para explicar la estructura etaria de la población. Ello se debe a la segregación de los juveniles y los adultos en clases de estados diferentes (Figura 2A), así como a la conjunción en la primera clase de diámetro de la base de todas las fenofases definidas (Figura 2B). Según Elzinga & al. (1998), las clases de estado para ser apropiadas deben ser reconocibles en el campo y poseer significado ecológico; por ello se recomienda el criterio de altura como variable de tamaño indicada para tal propósito, lo cual debiera considerarse en futuros estudios de este tipo en otras especies arbustivas de *Gesneriaceae*, particularmente de *Gesneria* y *Rhytidophyllum*.

La densidad poblacional fue de 0,088 individuos/m², lo cual se corresponde con 22 individuos encontrados en las 10 parcelas delimitadas. Tal densidad poblacional es muy baja

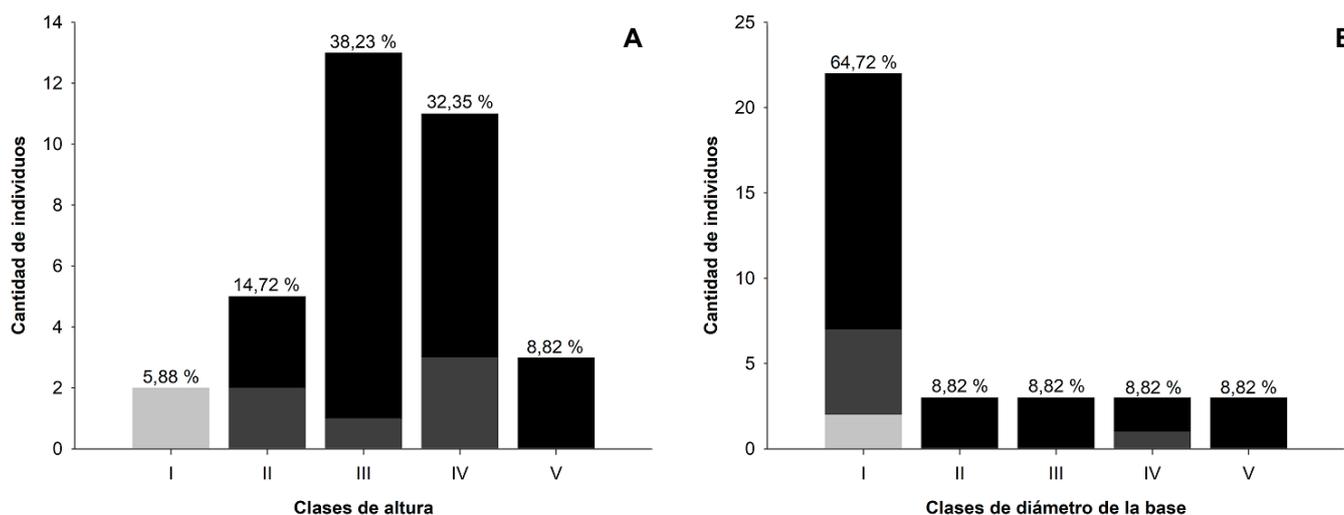


Fig. 2. Estructura etaria de *Gesneria ferruginea* según clases de altura (A) y diámetro de la base (B) en el arroyo Las Vueltas, Cajalbana, Pinar del Río, Cuba, agosto de 2016, n=34. Los colores en las barras representan las fenofases juveniles (gris claro), adultos estériles (gris oscuro) y adultos fértiles (negro). Los intervalos de las clases de estado se muestran en la Tabla I.

Fig. 2. Age structure of *Gesneria ferruginea* according to height classes (A) and base diameter (B) in the stream Las Vueltas, Cajalbana, Pinar del Río, Cuba, August 2016, n=34. The colors on the bars represent juvenile (light gray), sterile adults (dark gray), and fertile adults (black) phenophases. The intervals of the state classes are presented in the Table I.

en comparación con otros arbustos cubanos de los que existen estudios poblacionales en Cajalbana: *Buxus wrightii* Müll. Arg. subsp. *wrightii* (González-Oliva 2004) y *Phyllanthus orbicularis* Kunth (Leyva 2019); a la vez que resulta mayor respecto a las densidades de especies de *Columnnea* en la Reserva Natural Río Nambí, Colombia (Marín-Gómez & Amaya-Márquez 2015).

Por otra parte, el patrón de arreglo espacial resultó uniforme ($lp=-0,2958$; $X^2=5,273$; $p=0,8110$), el cual implica la existencia de interacciones negativas entre los individuos, tal como la competencia, lo que propicia la aparición de espacios intermedios entre los individuos que sobreviven (Odum 1972). Sin embargo, este patrón de distribución y el de distribución al azar son poco frecuentes en las plantas respecto al patrón agregado (Hutchings 1997), lo cual se ha evidenciado en múltiples estudios de este tipo en Cuba. Por ello, es adecuado pensar que la distribución regular de los individuos de *Gesneria ferruginea* en el arroyo Las Vueltas se debe al decline que muestra la población en su hábitat, más que a constituir su patrón característico original.

En base a los resultados aquí encontrados, la población de *Gesneria ferruginea* del arroyo Las Vueltas en Sierra de Cajalbana se encuentra gravemente amenazada, razón por la cual se hacen necesarias acciones de conservación inmediatas, preferiblemente coordinadas *in situ* y *ex situ*. Al respecto, futuros estudios de polinización, germinación y requerimientos de microhábitat serían vitales para lograr una colección de propagación y su posterior incorporación a la naturaleza para reforzar la población, tal como sugiere González-Oliva (2015).

AGRADECIMIENTOS

Al Jardín Botánico Nacional de la Universidad de La Habana por su contribución al desarrollo de esta investigación. A los trabajadores del Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres, en especial a Ana Alfonso y a Rafael Carbonell, por la atención brindada. A Luis Manuel Leyva, Dennys de Vales y José Luis Fiallo por las revisiones críticas del manuscrito. A los árbitros y editores de la Revista del Jardín Botánico Nacional por sus sugerencias y comentarios durante el proceso editorial.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

H. Lemus-Barrios coordinó la investigación, analizó los datos y escribió la primera versión del manuscrito. S. Toledo concibió la idea original y J.A. García-Beltrán diseñó 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

Begoña, M. 2002. Inventario y seguimiento en poblaciones de especies amenazadas. Pp. 27-42. En: Banares, A. (Coord.) Biología de la conservación de plantas amenazadas. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid, España.

Browne, C.L. & Hecnar, S.J. 2007. Species loss and shifting population structure of freshwater turtles despite habitat protection. *Biol. Conserv.* 138 (3-4): 421-429.

Clark, J.L., Matos, J., Suárez, S.I., Ginzburg, S. & Skog, L.E. 2013. An annotated species list for the *Gesneriaceae* of Cuba. *Selbyana* 31(2): 186-227.

Elzinga, C.L., Salzer, D.W. & Willoughby, J.W. 1998. Measuring and Monitoring Plant Populations. Bureau of Land Management. California, USA.

Falcón, B., Martínez, A.G. & de Vales, D. 2016. Estructura y dimorfismo sexual vegetativo en una población de *Morella cerifera* (*Myricaceae*) en la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, Artemisa, Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 37: 181-190.

Hutchings, M.J. 1997. The structure of plant population. Pp. 325-358. En: Crawley, M.J. (ed.). *Plant Ecology*. 2nd Ed. Blackwell Publishing. London, UK.

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.

González-Oliva, L. 2004. Estructura poblacional de *Buxus wrightii* (*Buxaceae*), especie endémica y amenazada de la altiplanicie de Cajalbana. Elementos para su conservación. Tesis de Maestría. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana.

González-Oliva, L. 2015. *Gesneria ferruginea*. *Bissea* 9 (número especial 1): 375.

González-Torres, L.R., Palmarola, A., Barrios, D., González-Oliva, L., Testé, E., Bécquer, E.R., Castañeira-Colomé, M.A., Gómez-Hechavarría, J.L., García-Beltrán, J.A., Rodríguez-Cala, D., Berazaín, R., Regalado, L. & Granado, L. 2016. Estado de Conservación de la Flora de Cuba. *Bissea* 10 (número especial 1): 1-23.

González-Torres, L.R., Palmarola, A., Bécquer, E.R., Berazaín, R., Barrios, D. & Gómez-Echavarría, J.L. 2013. Las 50 plantas más amenazadas de Cuba. *Bissea* 7 (número especial 1).

Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison-Welsey 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. Editorial Cooperación Técnica. Berlín, Alemania.

Lazcano, J.C., Peña, E., del Risco, L., Leiva, A.T., Alpizar, S & Matorros, Y. 2001. Memorias del Segundo Taller para la Conservación, Análisis y Manejo planificado de Plantas Silvestres Cubanas, CAMP II. 12-14 marzo IUCN/SSC. Conservation Breeding Specialist Group. Apple Valley, MN.

Lennartsson, T. & Oostermeijer, J.G.B. 2001. Demographic variation and population viability in *Gentianella campestris*: effects of grassland management and environmental stochasticity. *J. Ecol.* 89: 451-463.

- Leyva, L.M. 2019. Caracterización de la estructura poblacional de *Phyllanthus orbicularis* (Phyllanthaceae) en cuatro localidades de Cuba. Tesis de Diploma. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana.
- Marín-Gómez, O.H. & Amaya-Márquez, M. 2015. Diversidad, densidad poblacional y distribución espacial de *Columnnea* (Gesneriaceae) en la Reserva Natural Río Nambí, Nariño, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 39(151): 218-227.
- Odum, E.P. 1972. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA.
- Oostermeijer, J.G.B., Van't Veer, R. & den Nijs, J.C.M. 1994. Population structure of the rare, long-lived perennial *Gentiana pneumonanthe* in relation to vegetation and management in The Netherlands. *J. Appl. Ecol.* 31: 428-438.
- 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. *Botanical Sciences* 94(3): 483-497.
- Primack, R.B. 2006. *Esencial of Conservation Biology*. 4th Ed. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts, USA.
- Primack, R.B., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. & Massardo, F. 2001. *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México D.F, México.
- Shahid, S., Aziz, S., Ahmed, W. & Shahzad, A. 2012. Population structure, spatial pattern and reproductive capacity of two semi-desert undershrubs *Senna holosericea* and *Fagonia indica* in southern Sindh, Pakistan. *Pak. J. Bot.* 44(1): 1-9.
- Sánchez-Rodríguez, E.V., López-Mata, L., García-Moya, E. & Cuevas-Guzmán, R. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 73:17-34.
- StatSoft, Inc. 2011. STATISTICA (data analysis software system), version 10. Disponible en: <http://www.statsoft.com>
- Sturges, H.A. 1926. The Choice of a Class Interval. *J. Am. Stat. Assoc.* 21(153): 65-66.
- Toledo, S., García-Beltrán, J.A., Lemus, H. & García-Beltrán, D. 2019. Estructura poblacional y autoecología de *Heptanthus ranunculoides* (Asteraceae) en Sierra de Cajalbana, Pinar del Río, Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 40: 9-18.
- Urquiola, A.J., González-Oliva, L., Novo, R. & Acosta, Z. 2010. Libro rojo de la flora vascular de la provincia Pinar del Río. Publicaciones Universidad de Alicante. Alicante, España.
- Zagt, R.T. & Werger, M. 1997. Community structure and demography of primary species in tropical rain forest in Guyana. *Tropenbos-Guyana Series 3*. Tropenbos-Guyana Program, Georgetown.
- Zar, J.H. 2010. *Biostatistical analysis*. 5th Ed. Prentice Hall. New Jersey, USA.