



**Acta Botanica
Mexicana**

Consideraciones sobre aspectos ecológicos y estatus de conservación de *Pinguicula jackii* subsp. *jackii* (Lentibulariaceae), especie amenazada del centro-sur de Cuba

Considerations on ecological aspects and conservation status of *Pinguicula jackii* subsp. *jackii* (Lentibulariaceae), an endangered species from south-central Cuba

Leosveli Vasallo Rodríguez^{1,3} , Rosalina Montes Espín¹ , Antonio Escarré Esteve² , Julio León Cabrera¹ ,
Andreu Bonet Jornet² , Omar Alomá Moreno¹ 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El género *Pinguicula* agrupa plantas con requerimientos ecológicos específicos. Para Cuba se reportan 13 especies, todas endémicas, restringidas a formaciones vegetales sobre arenas cuarcíticas y sistemas montañosos sobre carso, laterita y serpentina. *Pinguicula jackii* se encuentra en el Macizo Montañoso Guamuhaya, centro-sur de Cuba. Los principales estudios sobre ella se basan en revisiones taxonómicas a través de material de herbario y ensayos genéticos, careciéndose de información sobre aspectos de su ecología. Los objetivos de este trabajo es describir la ecología de *P. jackii*, actualizar la información sobre su distribución geográfica, estado de conservación, dinámica poblacional, y evaluar la posible incidencia de los usos de los suelos asociados a los farallones donde habita.

Métodos: El estudio se realizó de febrero de 2015 a mayo de 2016 en la subcuenca del río Mataguá, provincia Cienfuegos, Cuba. Se determinó la extensión de presencia (13.36 km²), área de ocupación (3.23m²), altura del suelo a la planta, inclinación del sustrato, temperatura, humedad relativa, exposición, tamaño de los parches con hábitat adecuados para la subespecie y su ocupación, y la cobertura con el procesamiento de imágenes fotográficas.

Resultados clave: Se confirmó la presencia de *Pinguicula jackii* en tres subpoblaciones y se reporta una nueva en la localidad de Mundo Nuevo. Todas las subpoblaciones están asociadas a cafetales tradicionales abandonados y/o a cultivos hortícolas. El tipo de uso del suelo influyó en el tamaño de las subpoblaciones y en la ocupación de áreas por *Pinguicula jackii*.

Conclusiones: El cafetal tradicional de sombra es una actividad agrícola que no comprometió la conservación de la especie. Los cultivos hortícolas pudieran estar afectando los tamaños poblacionales debido al laboreo intensivo y manejos como la quema, el desmonte y el uso de productos fitosanitarios. La especie cumple con los criterios establecidos por la UICN para ser considerada en Peligro Crítico.

Palabras clave: distribución geográfica, especie endémica, especie rupícola, Guamuhaya, planta insectívora.

Abstract:

Background and Aims: The genus *Pinguicula* comprises plants with specific ecological requirements. For Cuba, 13 species are reported, all of them endemic, restricted to plant formations on karst sands and in mountainous systems on karst, laterite and serpentine. *Pinguicula jackii* is found in the Guamuhaya Mountain System, south-central Cuba. Research on this species is focused on taxonomic studies with herbarium material and genetic tests, lacking information on its ecology. The objective of this work is to describe the ecology of *P. jackii*, update the information on its geographic distribution, conservation status, population dynamics, and evaluate the possible incidence of the land uses associated with the cliffs where it lives.

Methods: The research was carried out from February 2015 to May 2016, in the watershed of the Mataguá River, Cienfuegos province, Cuba. We determined the extent of occurrence (13.36 km²), the area of occupancy (3.23 m²), the height of plants from the ground, substrate inclination, temperature, relative humidity, exposure, dimension of the patches with adequate habitat for the species and its occupation, as well as the coverage with photographic image processing.

Key results: The presence of the species is confirmed in three subpopulations and a new one is reported in the locality of Mundo Nuevo. All of them are associated to traditional abandoned coffee plantations and/or horticultural crops. The kind of soil use influenced the size of the subpopulations and occupation area of *P. jackii*.

Conclusions: The traditional shade-grown coffee plantation is an agricultural activity that did not compromise the conservation of the species. The horticultural crops could be affecting the population sizes, due to intensive tillage and handling such as burning, clearing and use of phytosanitary products. The species meets the UICN criteria to be considered as Critically Endangered.

Key words: endemic species, geographic distribution, Guamuhaya, insectivore plant, rocky species.

1 Jardín Botánico de Cienfuegos, Calle Central # 136, Peptito Tey, Cienfuegos, Cuba.

2 Universidad de Alicante, Departamento de Ecología, Campus de Sant Vicent del Raspeig, Apto. 99, Alicante, España.

3 Autor para la correspondencia: direccion@jbc.cu

Recibido: 16 de febrero de 2018.

Revisado: 3 de abril de 2018.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 20 de junio de 2018.

Publicado Primero en línea: octubre de 2018.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 126 (2019).

Citar como:

Vasallo Rodríguez, L., R. Montes Espín, A. Escarré Esteve, J. León Cabrera, A. Bonet Jornet y O. Alomá Moreno. 2018(2019). Consideraciones sobre aspectos ecológicos y estatus de conservación de *Pinguicula jackii* subsp. *jackii* (Lentibulariaceae), especie amenazada del centro-sur de Cuba. Acta Botanica Mexicana 126: e1350. DOI: 10.21829/abm126.2019.1350

e-ISSN: 2448-7589



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).

Introducción

El género *Pinguicula* L. (Lentibulariaceae) agrupa alrededor de 100 especies distribuidas en Norte, Centro y Suramérica, Las Antillas, Eurasia y el Noroeste de África (Legendre, 2000; Degtjareva et al., 2006; Domínguez et al., 2012). La mayoría de estas especies tienen requerimientos ecológicos específicos y reducidos rangos de distribución (Shimai et al., 2007). Para este grupo destacan los trabajos relacionados con la demografía de las especies *P. alpina* L., *P. villosa* L. y *P. vulgaris* L. (Svensson et al., 1993), y la dependencia de la talla de los individuos de *P. vulgaris* con la distribución de sus recursos y costo reproductivo (Worley y Harder, 1996). Para Cuba se reconocen 13 representantes del género, todos endémicos y con distribución restringida a los sistemas montañosos del oriente y centro de la isla (Casper, 2007; González et al., 2016) y a pinares sobre suelo ácido de arenas blancas, en áreas abiertas o cercanas a lagunas ácidas

(Domínguez et al., 2012; Pérez, 2016). En el caso de estas especies cubanas, los escasos estudios realizados se enfocaron en su distribución, altitud (desde el nivel del mar y los 1100 m), tipo de sustrato (roca caliza, sedimentos sobre éstas, suelo sobre serpentina, suelo ácido de arenas blancas y corteza de árboles), el ambiente al que están asociadas (bosques lluviosos, sabanas, áreas abiertas y cercanas a lagunas ácidas) y formas de vida (rupícolas, terrestres y epífitas) (Casper y Urquiola, 2003; Shimai et al., 2007; Pérez, 2016).

Pinguicula jackii Barnh. (Fig. 1) es una especie endémica estricta del Macizo Montañoso Guamuhaya, en la región centro-sur de Cuba; su localidad tipo corresponde con el Carso de Buenos Aires en la provincia Cienfuegos (Barnhart, 1930). Se reconocen dos subespecies: *Pinguicula jackii* subsp. *jackii* y *P. jackii* subsp. *parviflora* Ernst (Shimai et al., 2007). *Pinguicula jackii* ha sido categorizada en Peligro Crí-



Figura 1: Individuo de *Pinguicula jackii* Barnh. subsp. *jackii*, provincia Cienfuegos, Cuba. Fotografía: Leosveli Vasallo Rodríguez.

tico (B1ab (ii, iii, v)+2ab(ii, iii, v); C2a (i, ii)) (Berazaín et al., 2005; González et al., 2016). Hasta el momento no cuenta con acciones de conservación, como ocurre con el resto de las especies cubanas del género (Shimai et al., 2007).

Los estudios sobre *Pinguicula jackii* se han centrado en trabajos taxonómicos a partir de material de herbario y ensayos genéticos (Shimai et al., 2007), sin que se hayan realizado investigaciones en su medio natural. Según Goñi et al. (2006), la dinámica poblacional de las especies rupícolas como *P. jackii* apenas ha sido estudiada debido, presumiblemente, al esfuerzo que conlleva la inaccesibilidad de las poblaciones, el difícil acceso a este tipo de hábitat y dificultad para aplicar métodos comúnmente usados en grupos de plantas que viven en otros ambientes. Quizás por ello, hasta el momento, no ha sido evaluada la influencia de factores ambientales, ni los cambios de uso del suelo en la dinámica poblacional de esta especie.

Durante los trabajos de campo para la evaluación de la productividad cafetalera en la subcuenca Mataguá, provincia Cienfuegos, se detectó la presencia de *P. jackii*, por lo que se iniciaron prospecciones para su estudio dentro del contexto agroproductivo. En el análisis fueron incluidos datos obtenidos en prospecciones realizadas en abril de 2008, consideradas como reportes de 2008. Como hipótesis de trabajo se asume que los cambios en el uso del suelo, así como las actividades inherentes al cultivo del café y la horticultura, en el hábitat de las subpoblaciones de *P. jackii*, influyen en la dinámica poblacional de esta especie. Este trabajo tiene como objetivos: 1) describir la ecología de *P. jackii* subsp. *jackii*, 2) actualizar su distribución geográfica y estado de conservación, y 3) evaluar la relación entre el estado de su población y el uso del suelo asociado a las diferentes subpoblaciones.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La investigación se realizó de febrero de 2015 a mayo de 2016 en la subcuenca Mataguá (21°59'17"N, 80°12'57"W), en el macizo Guamuhaya, municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos, Cuba (Fig. 2). Esta subcuenca ocupa un área de 96.2 km² y forma parte de las alturas de Trinidad, el relieve es abrupto, con una altura máxima de 950 m, modelado por la influencia del río Mataguá; donde predominan

los tipos de suelos esqueléticos, fersialíticos pardos rojizo y ferralítico rojo lixiviado (ENPA, 1997). El clima es el típico de montaña, muy influenciado por las características fisiográficas y del paisaje, con un periodo seco de noviembre a abril, con un promedio de 400 mm de precipitaciones y un periodo lluvioso con más de 1500 mm. La temperatura media anual es de 23 °C, con una máxima de 28.1 °C y una mínima de 19.1 °C; así como una humedad relativa media anual de 80% (ENPA, 1997).

Las subpoblaciones evaluadas fueron: Carso de Buenos Aires, Vegas de Mataguá, Mogote La Habanera y Camino a Carso de Buenos Aires. Para ubicar posibles nuevas subpoblaciones se realizaron prospecciones en los sitios próximos a la subcuenca Mataguá, que cumplieran los requerimientos ecológicos de la especie objeto de estudio (Berazaín et al., 2005; Shimai et al., 2007; Alomá, 2013). Como resultado se encontró una subpoblación en Mundo Nuevo en junio de 2015, cuyos datos fueron incluidos en los análisis realizados.

La subpoblación del Carso de Buenos Aires se encuentra en un cañón de 296 m de largo, excavado en rocas calizas del Jurásico Superior, presenta una pared con altura máxima de 34 m. Vegas de Mataguá es una sección de la pared sur de un mogote de 24 m de largo y 9 m de altura sobre roca caliza. Mundo Nuevo es una pared de roca caliza vertical de 129 m de largo y 17 m de alto, localizado dentro del área protegida Pico San Juan (Ruiz, 2015). Mogote La Habanera es una pared rocosa continua de unos 264 m de largo y altura de 22 m y Camino a Carso de Buenos Aires tiene un largo de 22 m y una altura de 11 m.

Ecología

Se realizó un censo directo de las plantas de cada subpoblación, con una cinta flying y un clavo de acero de 2.5 cm de longitud, se marcaron los individuos detectados (Iriondo, 2003). De cada uno de ellos se anotó la altura (desde el suelo (m) con una cinta métrica (± 1 mm), la inclinación del sustrato (grados) con un clinómetro (SUUNTO KB 14 Classic, Suunto, Vantaa, Finlandia), la fase fenológica (estado vegetativo, floración y fructificación) y la cantidad de hojas totales, activas y senescentes. Se estimó el área de ocupación a partir de la sumatoria del tamaño de proyección de cada individuo (cm²); considerando que *P. jackii* subsp. *jac-*

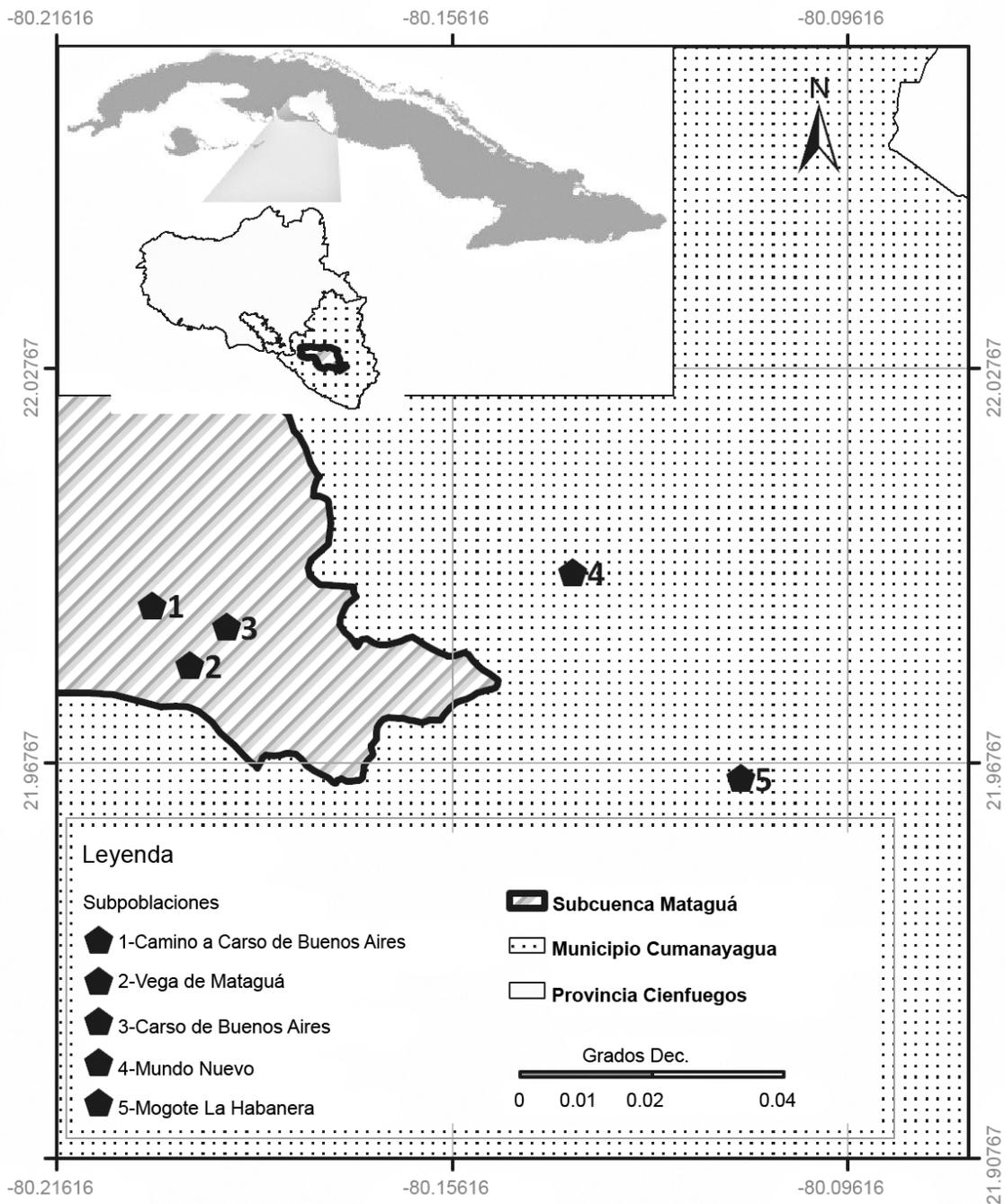


Figura 2: Área de estudio dentro de la provincia Cienfuegos, Cuba. Mapa elaborado por el Laboratorio de Sistema de Información Geográfica del Centro de Estudio Ambientales de Cienfuegos, Cuba (CEAC).

kii crece en forma de roseta, se tomó como diámetro la distancia entre los bordes apicales de las dos hojas opuestas de mayor dimensión, siendo el tamaño: $M = \pi \times r^2$; donde $r = \text{diámetro} / 2$.

De cada subpoblación se registró lo siguiente: 1) altitud (m), utilizando un GPS GARMIN eTrex (Garmin, Lenexa, EUA) y el Sistema de Coordenadas Geográficas

WGS_1984 (Datum D_1984 y Elipsoide WGS_1984); 2) temperatura del sustrato, del aire y la humedad relativa, utilizando un hidrotermómetro Herter 5987 (ST-9280) (Herter Instrument Inc., Barcelona, España), con precisión de 1 °C y 1%, respectivamente), 3) la exposición solana/umbría se determinó considerando la ubicación del farallón, si este recibía más horas luz durante el día (solana) o

si recibía más sombra (umbría), 4) uso del suelo asociado a cada una de las subpoblaciones, por observación directa en recorridos por el área de estudio, 5) tipo de formación vegetal asociada a las subpoblaciones, siguiendo la clasificación propuesta para las formaciones cubanas (Capote y Berazaín, 1984). Con los datos obtenidos del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de Cuba (pluviómetro No. 701), se construyó una serie cronológica (desde 1995 hasta 2016) para evaluar la tendencia de las precipitaciones (mm) en el área de estudio. Se consideró temporada seca la comprendida por los meses de enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre y temporada de lluvia al periodo entre mayo y octubre.

La cobertura media del dosel donde se encuentran las subpoblaciones (%) se determinó cuadriculando el área de presencia de cada núcleo de individuos, ubicando en el centro de estos una cámara digital Panasonic Lumix DMC-FZ70 (Panasonic Corp., Kadoma, Japón) en posición horizontal con el lente hacia arriba, tomándose una imagen por cada núcleo. Estas imágenes se manipularon digitalmente en el programa Adobe Photoshop CC para Windows, estableciendo escala de grises en dos niveles a 8 bits con un máximo de contraste, convirtiéndola en una imagen en blanco y negro (C), correspondiendo esta última con la cobertura. A partir de aquí se determina la cantidad de píxeles que tiene el color negro y luego los píxeles totales de la imagen (T), obteniendo así la siguiente fórmula: $Cobertura = (C/T) \times 100$.

Dinámica poblacional

Para estimar y evaluar la tendencia de la población global de *Pinguicula jackii* subsp. *jackii*, se consideraron los individuos maduros (UICN, 2012), también fueron incluidos en esta categoría los de talla igual o superior al individuo de menor tamaño con estructuras reproductoras (Iriando et al., 2003). El tamaño mínimo observado en un individuo adulto fue de 3.8 cm², a partir de esta dimensión se catalogaron como adultos los individuos con dicha talla, aunque no presentaran estructura reproductora. Se determinó el tamaño medio de los individuos adultos.

La extensión de presencia se delimitó utilizando la función "área" para calcular la superficie del polígono formado por la unión de los puntos donde se encontraron

las subpoblaciones, empleando el Sistema de Información Geográfica MapInfo Professional versión 12.0 (MapInfo Professional, 2013).

Uso de suelo asociado a farallones

Se analizó la tendencia de la dinámica poblacional por subpoblaciones en relación con el uso del suelo asociado a éstas. A partir de la cartografía de los sitios de estudio se calculó el área de los farallones donde se encontraron las subpoblaciones, el área de los parches con los requerimientos ecológicos para la presencia de *Pinguicula jackii* subsp. *jackii* (parches con condiciones) y en éstos, el área de los parches con presencia de la especie (parches con condiciones ocupados). Luego se determinó la relación entre el tamaño de los parches y la presencia de la especie. Se definió el uso de suelo asociado a los farallones (cafetal tradicional abandonado y cultivos hortícolas) por observación directa. Posteriormente se analizó si existía relación del uso de suelo con el tamaño medio de los individuos de *P. jackii* subsp. *jackii*, el tamaño de las subpoblaciones y la ocupación de los parches con condiciones.

Estado de conservación

Se identificaron posibles amenazas que enfrenta la especie en la zona de estudio, a través de la observación directa y entrevistas a productores y personal vinculado con la actividad de conservación de la biodiversidad. Para conocer los productos fitosanitarios utilizados en los cultivos asociados a los hábitats de las poblaciones de *P. jackii* subsp. *jackii* se realizó una entrevista informal a los productores del área. El estado de conservación del hábitat, las modificaciones presentes en éste y las especies acompañantes, se determinaron a partir de recorridos por el área de estudio.

Procesamiento estadístico

El procesamiento estadístico de todas las variables se hizo con los programas SPSS versión 15 para Windows y PAST 2.01 (Hammer et al., 2001). Para las variables temperatura del sustrato, altura desde el suelo y humedad relativa se le aplicaron pruebas paramétricas y para el resto las no paramétricas, considerando la distribución de los datos de éstas.

Resultados

Área de estudio

De las subpoblaciones monitoreadas, una (Camino a Carso de Buenos Aires) estuvo asociada a complejo de vegetación de mogote, dos (Carso de Buenos Aires y Mundo Nuevo) al bosque pluvial y dos (Vegas de Mataguá y Mogote La Habanera) al bosque siempre verde mesófilo. Las subpoblaciones Carso de Buenos Aires, Mundo Nuevo y Mogote La Habanera están dentro de áreas de cafetales tradicionales abandonados. Vegas de Mataguá está asociada a cultivos hortícolas. Camino a Carso de Buenos Aires, colinda con cultivos hortícolas y cafetal tradicional abandonado. La altitud media a la que se encontraron las subpoblaciones de *P. jackii* subsp. *jackii* fue de 731 m, siendo la de menor altitud Vegas de Mataguá (626 m) y Mundo Nuevo la mayor (954 m).

Ecología

La altura media de los individuos respecto al suelo fue de 6.35 ± 2.94 m (N=142), con un rango entre 0.41 y 15.37 m, encontradas en Carso de Buenos Aires y Mogote La Habanera, respectivamente. En el caso de los individuos maduros la altura fue de 7.83 ± 2.12 m (N=15), con un rango entre 1.74 y 10.45 m, encontradas en Carso de Buenos Aires y Mogote La Habanera.

El valor medio de la cobertura fue de $83.4 \pm 5.95\%$ (N=56), con un rango porcentual entre 65.18 (Carso de Buenos Aires) y 98.32 (Vegas de Mataguá). La inclinación media del sustrato sobre el cual se encontró *P. jackii* subsp. *jackii* fue de $75.08 \pm 12.2^\circ$ (N=322), considerando el total de plantas encontradas, en tanto que los individuos maduros se observaron en una inclinación $75.63 \pm 10.7^\circ$ (N=19).

La humedad relativa media del aire fue de $74.17 \pm 9.02\%$ (N=53). Los valores máximos (88%) y mínimos (55%) fueron obtenidos en el Carso de Buenos Aires, en abril de 2015 y enero de 2016. La temperatura media del aire fue de 21.29 ± 2.15 °C (N=53), con un rango entre 17.1 (Carso de Buenos Aires en enero 2016) y 27.2 °C (Vegas de Mataguá en junio 2015). La temperatura media del sustrato fue de 19.63 ± 2.19 °C (N=53), con un rango entre 14.1 (Carso de Buenos Aires, en abril de 2015) y 24.4 °C (Vegas de Mataguá, en agosto 2015).

El área media ocupada por la especie fue de 3.23 m². La extensión del área de presencia es de 13.36 km².

El periodo de floración fue de enero a agosto. De los 48 individuos maduros, 24 presentaron flores en al menos uno de los muestreos. El mayor número de flores observadas en una planta fue de siete, y corresponde a un individuo de la subpoblación del Mogote La Habanera, en abril de 2016. El mes de mayor cantidad de plantas florecidas fue abril con 21 (87.5%, N=24).

El número promedio de hojas totales por planta (N=408) fue de 8.89, con un rango entre tres y 22 hojas. Las hojas activas promedio por planta fue de 6.38 y las senescentes de 2.55. El mayor número de hojas totales por plantas se observó en abril de 2015, y se determinó de acuerdo con la cantidad de hojas senescentes presentes.

En el mes de agosto se encontró el mayor número de hojas activas por planta. La cantidad de hojas activas mostró diferencia significativa respecto a la exposición umbría/solana (K-W: $\chi^2=24.852$; gl=1; p=0.000). La cantidad de hojas activas/plantas mostró una fuerte correlación con la temperatura del sustrato (Rho=-0.116; p=0.20; N=407), la temperatura del ambiente (Rho=-0.216; p=0.000; N=407) y la humedad relativa (Rho=0.144; p=0.005; N=380). No se encontró correlación entre la cantidad de hojas activas con la cobertura, ni con la altura desde el suelo (p>0.05). Se encontró correlación entre la cantidad de hojas senescentes/plantas y la humedad relativa (Rho=-0.309; p=0.000; N=380); no así con la temperatura del sustrato, la temperatura del ambiente, la cobertura y la altura desde el suelo (p>0.05). La exposición umbría/solana influyó significativamente en el número de hojas senescentes (K-W: $\chi^2=11.401$; gl=1; p=0.001).

El tamaño de las plantas mostró diferencia significativa entre las localidades, considerando en el análisis la fecha de monitoreo (K-W: $\chi^2=40.339$; gl=7; p=0.00); correspondiendo los valores extremos al Carso de Buenos Aires. El tamaño de las plantas no mostró diferencia significativa respecto a la exposición umbría/solana (U=16637; gl=1; p=0.228). La cantidad de plantas encontradas en umbría y solana fue similar: 76 y 67, respectivamente. El tamaño de las plantas mostró correlación con la humedad relativa (Rho=0.138; p=0.011; N=380), la temperatura del ambiente (Rho=-0.133; p=0.010; N=376) y la altura desde el suelo (Rho=0.143; p=0.005; N=380). No así con la temperatura del sustrato y la cobertura (p>0.05).

En el análisis de la serie cronológica de las precipitaciones se observó una tendencia a la disminución (Fig. 3). Los acumulados oscilaron entre 1069.2 y 3042.6 mm, siendo 1996 el año más lluvioso y 2009 el más seco. En los años 2015 y 2016 se registró igual cantidad de lluvia total (1435.4 mm). En el análisis por temporada la media de la seca fue 338.48 ± 124.78 mm (CV=0.37; N=21). En 2015 el valor de precipitación durante la seca (441.6 mm) estuvo por encima de la media; mientras que en 2016 (208.5 mm) estuvo por debajo. En la temporada de lluvia la media fue 1619.13 ± 443.76 mm (CV=0.27; N=21). En 2015 y 2016, los valores de las precipitaciones durante el periodo lluvioso estuvieron por debajo de la media, siendo estos 993.8 y 1226.9 mm, respectivamente.

Dinámica poblacional

De los reportes de 2008, se confirmó la presencia de *P. jackii* subsp. *jackii* en las subpoblaciones Carso de Buenos Aires, Vegas de Mataguá y Mogote La Habanera, no así en Camino a Carso de Buenos Aires. En cada subpoblación se encontró un núcleo poblacional, a excepción del Carso de Buenos Aires donde se detectaron dos. El tamaño de la población global en 2008 fue de 25 individuos adultos y en 2016 de 48, incluyendo los encontrados en Mundo Nuevo, con un núcleo poblacional de 12 individuos adultos después de realizar las prospecciones en busca de nuevas subpoblaciones. En el Cuadro 1 se muestran los datos de las subpoblaciones estudiadas.

El tamaño medio de las subpoblaciones (Fig. 4) mostró diferencias significativas entre los años 2008 y 2016 ($t=-$

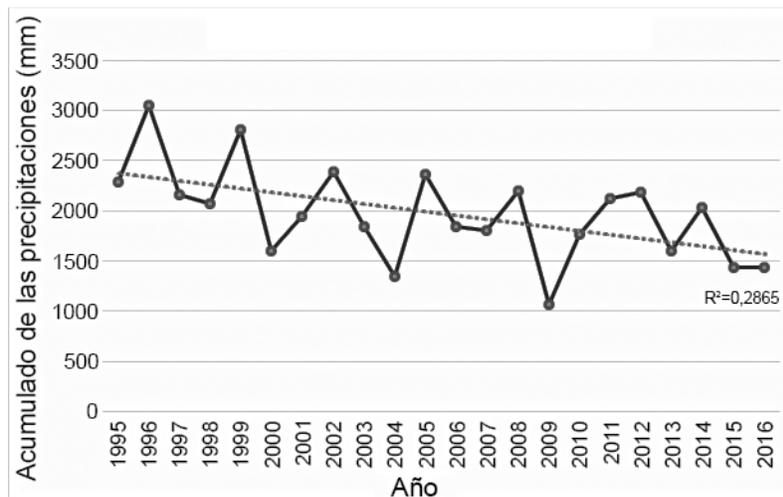


Figura 3: Tendencia de las precipitaciones en el área de estudio dentro de la provincia Cienfuegos, Cuba, en el periodo comprendido entre 1995 y 2016.

Cuadro 1: Características de las subpoblaciones de *P. jackii* Barnh. subsp. *jackii* dentro de provincia de Cienfuegos, Cuba. Valores medios (*), sin datos (-)

Subpoblación	Altitud (m)	Formación vegetal	Uso del suelo	Cobertura (%)*	Inclinación del sustrato (%)*	Altura (m)*	Exposición	Tamaño poblacional*	
								2008	2016
Carso de Buenos Aires	744	Pluvisilva	Cafetal tradicional abandonado	82.14	72.56	6.09	Umbría	8	17
Vegas de Mataguá	626	Bosque siempre verde mesófilo	Cultivos hortícolas	84.55	75.35	6.84	Umbría	10	2
Mundo Nuevo	954	Pluvisilva	Cafetal tradicional abandonado	79.56	64.05	5.15	Umbría	-	12
Mogote La Habanera	701	Bosque siempre verde mesófilo	Cafetal tradicional abandonado	85.9	78.96	6.2	Solana	4	17
Camino a Carso de Buenos Aires	630	Complejo de vegetación de mogote	Cafetal tradicional abandonado Cultivos hortícolas	80.43	-	-	Umbría	3	0

2.894, $gl=9$; $p=0.018$). El tamaño medio de los individuos maduros fue de $44.68 \pm 36.2 \text{ cm}^2$ ($N=48$), con un rango desde 11.34 hasta 153.86 cm^2 . Este último valor corresponde a una planta encontrada en Mogote La Habanera.

Uso de suelo asociado a farallones

Las subpoblaciones con mayor número de efectivos poblacionales y/o tendencia al aumento estuvieron relacionadas con cafetales tradicionales abandonados, mientras que las asociadas a los cultivos hortícolas mostraron declinación (Vegas de Mataguá) o ausencia de individuos (Camino a Carso de Buenos Aires). Los mayores incrementos se observaron en las subpoblaciones Carso de Buenos Aires y Mogote La Habanera, al crecer de ocho y cuatro individuos en 2008, a 17 en mayo de 2016 en ambos casos. En la subpoblación Camino a Carso de Buenos Aires no se ha detecta-

do la presencia de la especie, luego de haberse encontrado tres individuos maduros en 2008. El tamaño de los parches con hábitat adecuado para *P. jackii* subsp. *jackii* mostró una fuerte correlación con la presencia de la especie ($Rho=-0.54792$; $p=0.0003$; $N=39$). El área total de los parches con condiciones es de 2782.3 m^2 , de ellos, estuvo presente la especie en 1839.04 m^2 (66% de ocupación). Los valores por subpoblación se muestran en el Cuadro 2.

La ocupación de los parches con hábitat adecuado para *P. jackii* subsp. *jackii* y el tamaño medio de las subpoblaciones fueron superiores en las subpoblaciones asociadas a los cafetales tradicionales abandonados (Carso de Buenos Aires, Mogote La Habanera y Mundo Nuevo). El tamaño de los individuos encontrados en los cafetales abandonados mostró diferencias significativas en relación con los asociados a cultivos hortícolas ($K-W$: $\text{Chi}^2=72.76$; $gl=1$;

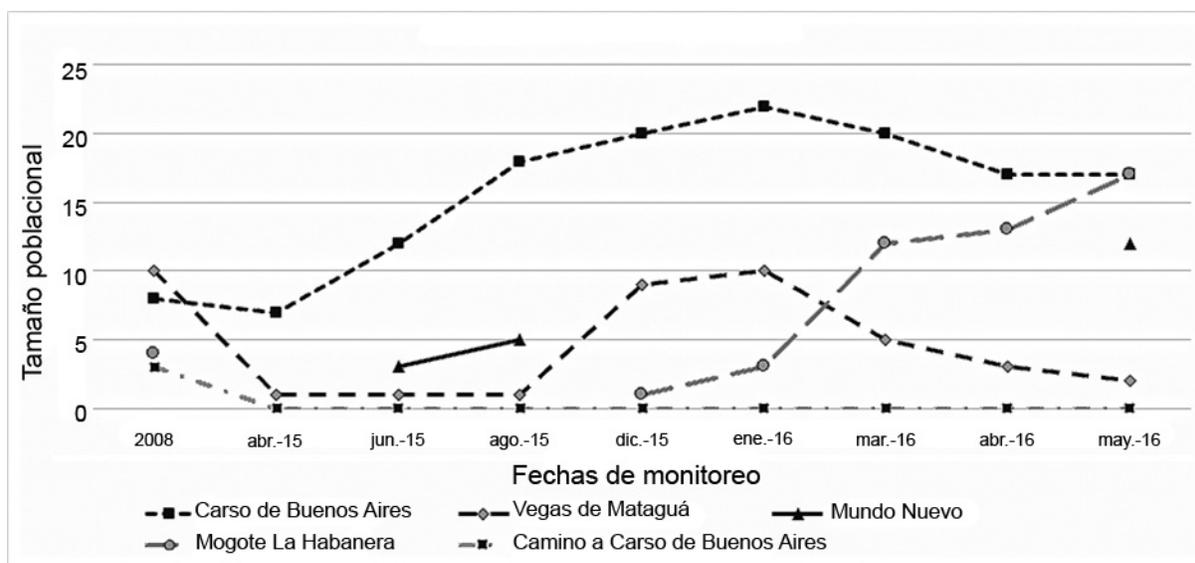


Figura 4: Evolución del tamaño poblacional de *Pinguicula jackii* Barnh. subsp. *jackii* desde 2008 a mayo de 2016.

Cuadro 2: Relación del tamaño de los parches con condiciones para la presencia de *Pinguicula jackii* Barnh. subsp. *jackii* con el uso del suelo, dentro de provincia de Cienfuegos, Cuba.

Subpoblación	Uso del suelo	Tamaño del parche con condiciones (m^2)		
		Parche con condiciones	Parche con condiciones ocupados	% de ocupación
Carso de Buenos Aires	Cafetal tradicional abandonado	1223.82	649.12	53.04
Vegas de Mataguá	Cultivos hortícolas	41	16	39
Mundo Nuevo	Cafetal tradicional abandonado	1063.4	952.96	89.61
Mogote La Habanera	Cafetal tradicional abandonado	379.08	220.96	58.3
Camino a Carso de Buenos Aires	Cultivos hortícolas y cafetal tradicional abandonado	75	0	0

$p=0.000$). El tipo de uso del suelo (para cultivo de café tradicional o para cultivo hortícola) influyó significativamente en el tamaño de las subpoblaciones ($F=39.621$; $gl=1$; $p=0.008$) y en la ocupación de los parches ($t=5.715$; $gl=4$; $p=0.005$).

Estado de conservación

Según la encuesta a productores locales, los productos fitosanitarios que se aplican a los cultivos hortícolas de la zona son insecticidas (Bifensa 10 CE, Cypermetrim, Tamarón 60 SL) y fungicidas (Mancozeb 80WP, Cupraflow Caffaro 25 SC y Cloctosí), fundamentalmente. Estos productos se utilizan con una frecuencia de tres a cuatro aplicaciones por cosecha. Mientras que en las zonas de cafetales los productos que se aplicaban eran los herbicidas Reglone LS 20 y Gramoxone LS 20, hasta finales de la década de 1980 cuando estos se abandonaron. En este último caso las aplicaciones eran una o dos al año, debido a que el mayor por ciento de los trabajos de control de malezas se realizaba de forma manual.

Los sitios donde se encuentran las subpoblaciones de Carso de Buenos Aires y Mundo Nuevo están bien conservados, éste último forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba (Ruiz, 2015) y han tenido una con limitada intervención antrópica hasta finales de los 80 del siglo 20. Actualmente ambos sitios son de interés para la conservación de la biodiversidad en la provincia Cienfuegos y en ellos se realizan varios estudios encabezados por especialistas del Jardín Botánico de Cienfuegos dada su elevada riqueza de especies, que incluye taxones endémicos (*Juglans jamaicensis* C. DC., *Erythrina elenae* R.A. Howard & W.R. Briggs, *Begonia banaoensis* J. Sierra, *Asplenium corderoanum* Proctor y *Asplenium rectangulare* Bonap.).

En Mogote La Habanera, hay presencia de especies endémicas (*Begonia banaoensis*, *Tabebuia sauuvallei* Britton, *Tetrazygia aurea* R.A. Howard & W.R. Briggs, *Juglans jamaicensis*, *Asplenium corderoanum*), el sitio tuvo limitada intervención antrópica hasta finales de los 80. Se encontró evidencia de tala selectiva de árboles para el aprovechamiento de su madera y se observó la regeneración natural del sotobosque.

Vegas de Mataguá y Camino a Carso de Buenos Aires se encuentran en sitios antropizados, con evidencias del uso de la quema para el control de la maleza y los restos de cosechas. Se conoció del uso reiterado de productos fito-

sanitarios y de la presencia de especies exóticas invasoras (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn., *Cassia spectabilis* DC. y *Spathodea campanulata* P. Beauv.). Para el caso de Camino a Carso de Buenos Aires, hubo tala total del cafetal y las especies usadas como sombra, para cambiar el uso de suelo de cafetal tradicional de sombra a cultivo hortícola, así como afectación por incendios forestales.

En todas las subpoblaciones con parches donde habita *Pinguicula jackii* subsp. *jackii*, fueron encontradas cohabitando las especies *Begonia banaoensis*, *Chaptalia rocana* Britton & P. Wilson y *Dorstenia nummularia* Urb. & Ekman.

Discusión

El tamaño poblacional es un parámetro muy importante para evaluar el estado de conservación o el riesgo de extinción de una población (Brooks et al., 2006). En el caso de *P. jackii* subsp. *jackii* su población está compuesta por pocos individuos maduros (48); con distribución restringida a un pequeño sector montañoso del municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos, y crece únicamente sobre farallones de roca caliza. La subpoblación encontrada en la localidad de Mundo Nuevo constituye un nuevo reporte para la especie, aumentando la extensión de su presencia a 13.36 km². A pesar de ello, y del aumento de los efectivos poblacionales detectados, concordamos con el criterio de clasificar a *P. jackii* subsp. *jackii* en Peligro Crítico (B1ab (ii, iii, v)+2ab (ii, iii, v); C2a (i, ii)) (Berazaín et al., 2005; González et al., 2016). *Pinguicula jackii* subsp. *jackii* cumple con esos enunciados al haber sido confirmado el pequeño tamaño de su población y su limitada extensión de presencia. Esto concuerda con el criterio de que las especies más vulnerables a la extinción son aquellas que tienen distribución geográfica restringida, pequeños tamaños poblacionales y requerimientos especiales de nichos ecológicos (Primack et al., 2001). Descartamos que la colecta con fines comerciales, decorativos y científicos esté influyendo de manera negativa en su conservación debido a que es una especie poco conocida, está en un hábitat de difícil acceso (farallones verticales) y no se ha logrado su reproducción *ex situ*, aun cuando el Jardín Botánico de Cienfuegos lo ha intentado (Alomá, 2013).

La altitud de las subpoblaciones de *P. jackii* subsp. *jackii* entre 626 y 954 m la sitúan en un rango intermedio

entre las especies de *Pinguicula* de México o Sudamérica (a partir de 4000 m) y por encima de las norteamericanas (a menos de 300 m), según varios autores resumidos en [Shimai et al. \(2007\)](#).

Se observó una mayor variabilidad de la humedad relativa (rango=33), en contraste con la temperatura del sustrato (rango=10.3) y el ambiente (rango=10.1), sugiriendo que *P. jackii* subsp. *jackii* es más susceptible a las variaciones de temperatura que de humedad. Estudios en *Pinguicula lithophytica* Panfet & P. Temple reportan rangos de temperaturas diurnas entre 22 y 29 °C ([Temple y Panfet, 2008](#)), mostrando valores de temperaturas mínimos y máximos mayores que en *P. jackii* subsp. *jackii*; sin embargo, la variabilidad fue ligeramente menor. Las localidades donde ha sido reportada *P. jackii* subsp. *jackii* se describen como sitios con alta humedad y con una película de agua fluyendo por las paredes de los farallones ([Barnhart, 1930](#); [Alomá, 2013](#)). Sin embargo, a pesar de no medirse la humedad del sustrato, se observó durante el periodo de estudio la permanencia de los individuos en un sustrato seco al tacto y posteriormente con una película de agua fluyendo sobre éste, en la temporada de lluvia. Esto sugiere que *P. jackii* subsp. *jackii* puede estar adaptada a ciclos de sequía y humedad. Para corroborar esta hipótesis se necesita un mayor tiempo y número de observaciones. Este elemento debe ser considerado para el establecimiento de posibles programas de conservación *ex situ* de la especie, al sugerir que las condiciones a crear deben mantener temperaturas entre 18 y 27 °C y humedades relativas entre 55 y 85%.

Aunque no se encontró relación entre la cobertura del dosel y el tamaño de las subpoblaciones, de las plantas y el número de hojas, el rango en el que se encontraron los valores mínimos y máximos (65.18 y 98.32%) concuerda con los rangos óptimos reportados para los cafetales de sombra. Murcia (2001) resumiendo a [Perfecto et al. \(1996\)](#) declara que la cobertura utilizada para el café de sombra oscila entre 60 y 90%, mientras que en el tecnificado varía entre 0 y 50%.

Una de las mayores transformaciones del medio natural para el establecimiento de un cafetal de sombra, es la regulación de la cobertura. Los rangos requeridos de ésta para este tipo de cultivo son favorables para el desarrollo de *P. jackii* subsp. *jackii*, según los resultados obtenidos. Por

tal motivo, es de suponer que el manejo cafetalero no está en conflicto con la conservación de la especie objeto de estudio. Las subpoblaciones Mundo Nuevo, Carso de Buenos Aires y Mogote La Habanera, están dentro de sitios con uso de suelo de cafetal tradicional de sombra abandonado, y a ellas corresponden los mayores efectivos poblacionales, los ejemplares de mayor tamaño y la mayor cantidad de plantas florecidas. En estos sitios no han ocurrido incendios forestales, no hay presencia de especies exóticas invasoras y el uso de productos fitosanitarios y la fertilización fue mínimo, pues las labores de control de malezas se hacían fundamentalmente de forma manual.

En los cafetales bajo sombra, los árboles utilizados como sombra para los cafetos forman la estructura y el ambiente apropiado para proveer un refugio a la biodiversidad de diversos organismos tanto vegetales (hierbas del sotobosque, epifitas y helechos), como animales (mamíferos, aves, anfibios, reptiles o artrópodos) ([Perfecto et al., 1996](#)). Esta idea de que el cafetal de sombra es una práctica agrícola reconciliable con la conservación, ha sido defendida por diversos autores que han estudiado la relación de estos agroecosistemas con murciélagos ([Numa et al., 2005](#); [Sosa et al., 2008](#)), aves ([Johnson, 2000](#); [Jones et al., 2000](#); [Petit y Petit, 2003](#); [Carlo et al., 2004](#); [Tejeda-Cruz y Gordon, 2008](#)), reptiles y anfibios ([González-Romero y Murrieta-Galindo, 2008](#); [Macip-Ríos y Muñoz-Alonso, 2008](#)), epifitas vasculares ([García-Franco y Toledo, 2008](#)) y helechos ([Mehltreter, 2008](#)). En el caso de *P. jackii* subsp. *jackii*, los resultados obtenidos sugieren que las transformaciones del hábitat para el establecimiento del cultivo de cafetal de sombra tradicional, no tuvieron un efecto negativo en su conservación.

Los farallones donde se ubicaron las subpoblaciones muestran una inclinación cercana a la vertical (75.08°), lo que evita encharcamientos cerca del sistema radicular. La implicación para la conservación *ex situ* es la posible necesidad de considerar la inclinación del sustrato a utilizar en el establecimiento de las plantas, para que le proporcione sostén, suficiente permeabilidad y disponibilidad de presas (considerando su condición de insectívora).

No se han realizado experimentos acerca de fertilización en las pinguículas, aunque sería inusual que éstas lo requieran, necesiten o incluso toleren dicho tratamiento, especialmente en dosis altas o frecuentes ([Temple y Panfet,](#)

2008). Las subpoblaciones con mayor número de efectivos detectados (Carso de Buenos Aires, Mogote La Habanera y Mundo Nuevo) se encuentran en áreas de cafetales abandonados, manejados de forma tradicional hasta finales de la década de 1980 donde la cobertura del dosel limitaba el desarrollo del estrato herbáceo y su control se hacía mayoritariamente de forma manual, por lo que el uso de productos fitosanitarios estuvo limitado a herbicida una o dos veces al año y a una fertilización anual. En contraposición, las subpoblaciones que están en sitios hortícolas, donde sí hay uso intensivo de productos fitosanitarios y herbicidas, disminuyeron los efectivos poblacionales (Vegas de Mataguá), o no hubo presencia de estos (Camino a Carso de Buenos Aires).

Las amenazas que enfrenta *P. jackii* subsp. *jackii* son los cambios en la calidad del hábitat relacionados con la actividad agrícola intensiva, la producción de café y los incendios forestales (Alomá, 2013), a lo que se suma la presencia de especies exóticas invasoras y la disminución del hábitat de la especie debido al incremento de la superficie utilizada para cultivos hortícolas.

Lo observado en la subcuenca Mataguá sugiere que las prácticas agrícolas que se realizaron en el cultivo del café tradicional de sombra, no comprometieron el estatus actual de conservación de la especie objeto de estudio. Esto corresponde con estudios que plantean que el cultivo de café con sombra es un caso raro de práctica agrícola en línea con los intereses de conservación (Brash, 1987; Perfecto et al., 1996; Greenberg et al., 1997a, b; Wunderle y Latta, 1998; Philpott y Dietsch, 2003). Este no es el caso de la subpoblación de Vegas de Mataguá que siempre tuvo pocos individuos y disminuye su número en comparación con 2008, y la subpoblación del Camino a Carso de Buenos Aires, donde no se observaron ejemplares de *P. jackii* subsp. *jackii*. Ambas subpoblaciones están en sitios con cultivos hortícolas. Según las observaciones realizadas y el resultado de las entrevistas a los productores locales, se comprobó que el uso de productos fitosanitarios es frecuente para el control de plagas y enfermedades presentes en los cultivos hortícolas de la región como frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), col (*Brassica oleracea* L.), maíz (*Zea mays* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz). También se corroboró que el manejo de la vegetación espontánea, empleando el desmonte y la

quema, son prácticas habituales en las áreas colindantes a estas subpoblaciones.

El análisis de las precipitaciones muestra una clara tendencia a la disminución. Aunque se considera que los cambios relacionados con las fluctuaciones climáticas, específicamente la disminución de las precipitaciones amenazan la supervivencia de la especie (Alomá, 2013). No se cuenta con datos poblacionales de *P. jackii* subsp. *jackii* anteriores al presente estudio, que permitan establecer la relación entre la dinámica poblacional y las fluctuaciones de las precipitaciones, impidiendo corroborar dicha hipótesis. Sin embargo, las principales causas de los impactos en bosques siempre verdes y pluviales son el aumento de la temperatura, y la disminución de las precipitaciones y la humedad (Álvarez y Mercadet, 2012), formaciones vegetales donde se encuentran las subpoblaciones de *P. jackii* subsp. *jackii* (Capote y Berazaín, 1984).

Uso de suelo asociado a farallones

La correlación encontrada entre el tamaño del parche con condiciones para *P. jackii* subsp. *jackii* y la presencia de ésta sugiere un tamaño mínimo como condicionante para encontrar subpoblaciones viables de la especie. Igualmente, esto pudiera estar relacionado con el mecanismo de dispersión de esta planta, el cual no ha sido estudiado. Los tamaños de los parches con condiciones y los ocupados por la especie, asociados a los cafetales tradicionales abandonados tuvieron mayores dimensiones. El porcentaje de ocupación de los parches asociados a cultivos hortícolas no alcanzó 40%. Esto sugiere que el cambio de uso del suelo de formaciones vegetales naturales y de cafetal tradicional de sombra a cultivos hortícolas intensivos, pudiera estar influyendo en la disminución de los parches con condiciones para el establecimiento de *P. jackii* subsp. *jackii*.

Conclusiones

Este estudio es el primero que se realiza sobre la ecología y dinámica poblacional de especies insectívoras en Cuba. Tributa a importantes vacíos de conocimientos que apoyan el criterio sobre el estatus de conservación de *P. jackii* subsp. *jackii* (en Peligro Crítico). En el mismo se desarrollaron métodos que pueden ser utilizados en investigaciones sobre especies de similares formas de vida.

Para complementar el conocimiento sobre la especie se requieren trabajos donde se identifiquen variables que permitan definir la edad de los individuos y sus mecanismos de dispersión, así como determinar su tolerancia a los niveles de humedad del sustrato y a las fluctuaciones del régimen de precipitaciones. Un mayor número de prospecciones pudieran ampliar el área de distribución de la especie. Igualmente, se requieren estudios sobre las especies acompañantes y verificar si se establece sobre otros tipos de sustratos. En el caso de colectas científicas se debe evaluar la pertinencia de las mismas y solo hacerlas en los casos que se justifiquen, considerando los efectivos poblacionales.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por The Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund (número de Proyecto 140510169), "Ecology and conservation of the critically endangered Escambray Butterwort, (*Pinguicula jackii*) in Guamuhaya Montains, central Cuba".

Contribución de autores

LVR, RME y JLC concibieron y diseñaron el estudio. Participaron en la adquisición de datos LVR, RME, JLC y OAM. El análisis e interpretación de datos fue realizado por RME, LVR, AEE y ABJ. En la escritura del manuscrito intervinieron LVR, RME, con ayuda de AEE. Realizaron revisión crítica AEE y ABJ. Todos los autores contribuyeron en la revisión y aprobación final del manuscrito.

Agradecimientos

A Raimundo López-Silvero y Rosario Domínguez Basail por su colaboración en los trabajos cartográficos. A Rosa Rodríguez, Leopoldo y Leosvani Vasallo y Tomás M. Rodríguez, por su ayuda en el trabajo de campo. A Ileana Fernández Santana y Araceli Valiente Ferreiro por su contribución en las prospecciones realizadas en abril de 2008. A Minerva Sánchez Llull del Laboratorio del Sistema de Información Geográfica del Centro de Estudio Ambientales de Cienfuegos, Cuba (CEAC), por la elaboración de imágenes cartográficas. Al Centro Provincial de Meteorología de Cienfuegos por los datos climáticos y al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de Cuba por los datos de precipitación.

Literatura citada

- Alomá, O. 2013. *Pinguicula jackii* Barnhart. Bissea 7(1): 86-87.
- Álvarez, A. F. y A. Mercadet. 2012. El sector forestal cubano y el cambio climático. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. Pp. 1-248.
- Barnhart, J. H. 1930. *Pinguicula jackii*. Jack's Butterwort native of Cuba. Addisonia 15: 61-62.
- Berazaín, R., F. Areces, J. C. Lazcano y L. R. González. 2005. Lista roja de la flora vascular cubana. Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón) 4: 1-86.
- Brash, A. R. 1987. The history of avian extinction and forest conversion on Puerto Rico. Biological Conservation 39(2): 97-111. DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/0006-3207\(87\)90028-0](https://dx.doi.org/10.1016/0006-3207(87)90028-0)
- Brooks, D. M., Cancino L. y S. L. Pereira. 2006. Conserving cracids: The most threatened family of birds in the Americas. 6th ed. Miscellaneous Publications, Houston Museum of Natural Science. Houston, Texas, USA. 169 pp.
- Capote, R. P. y R. Berazaín. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional 5(2): 27-75.
- Carlo, T. A., J. A. Collazo y M. J. Groom. 2004. Influences of fruit diversity and abundance on bird use of two shaded coffee plantations. Biotropica 36(4): 602-614. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2004.tb00354.x>
- Casper, S. J. 2007. *Pinguicula lippoldii* nova spec. and *Pinguicula toldensis* nova spec.-two endemic *Pinguicula* species (Lentibulariaceae) from East Cuba new to science. Wulfenia 14: 75-96.
- Casper, S. J. y A. J. Urquiola Cruz. 2003. *Pinguicula cubensis* (Lentibulariaceae)-a new insectivorous species from western Cuba (Cuba occidental). Willdenowia 33: 167-172.
- Degtjareva, G. V., S. J. Casper, F. H. Hellwig, A. R. Schmidt, J. Steiger y D. D. Sokoloff. 2006. Morphology and nrITS phylogeny of the genus *Pinguicula* L. (Lentibulariaceae), with special attention to embryo evolution. Plant Biology 8(6): 778-790. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2006-924560>
- Domínguez, Y., C. M. Panfet Valdés y V. Fernandes Oliveira de Miranda. 2012. New features of Cuban endemic *Pinguicula filifolia* (Lentibulariaceae) and considerations on its habitat and ecology. Flora 207(11): 838-841. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.09.009>

- ENPA. 1997. Inventario y diagnóstico de la cuenca Mataguá. Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA). Cienfuegos, Cuba. 37 pp.
- García-Franco, J. G. y T. Toledo. 2008. Epífitas vasculares: bromelias y orquídeas. In: Manson, R. H., V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehlreter (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE)-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D.F., México. 348 pp.
- González, L. R., A. Palmarola, O. González, E. R. Bécquer, E. Testé y D. Barrios (eds.). 2016. Lista roja de la flora de Cuba. Bissea 10 (número especial 1): 1-352.
- González-Romero, A. y R. Murrieta-Galindo. 2008. Anfibios y reptiles. In: Manson, R. H., V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehlreter (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE)-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D.F., México. 348 pp.
- Goñi, D., M. B. García y D. Guzmán. 2006. Métodos para el censo y seguimiento de plantas rupícolas amenazadas. Pirineos 161: 33-58.
- Greenberg, R., P. Bichier y J. Sterling. 1997a. Bird populations in rustic and planted coffee plantations of eastern Chiapas, Mexico. *Biotropica* 29(4): 50-514. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.1997.tb00044.x>
- Greenberg, R., P. Bichier, A. Cruz Angón y R. Reitsma. 1997b. Bird populations in shade and sun coffee plantations in central Guatemala. *Conservation Biology* 11: 448-459. DOI: <https://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1997.95464.x>
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 1-9.
- Iriondo, J. M. (coord.). 2003. Manual de metodología de trabajo corológico y demográfico. Proyecto Atlas de la Flora Amenazada. Versión 4.2. 51 pp.
- Johnson, M. D. 2000. Effects of Shade-Tree Species and Crop Structure on the Winter Arthropod and Bird Communities in a Jamaican Shade Coffee Plantation. *Biotropica* 32(1): 133-145. DOI: [https://dx.doi.org/10.1646/0006-3606\(2000\)032\[0133:eostsa\]2.0.co;2](https://dx.doi.org/10.1646/0006-3606(2000)032[0133:eostsa]2.0.co;2)
- Jones, J., P. Ramoni Perazzi, E. H. Carruthers y R. J. Robertson. 2000. Sociality and foraging behavior of the Cerulean Warbler in Venezuelan shade-coffee plantations. *The Condor: Ornithological Applications* 102(4): 958-962. DOI: [https://dx.doi.org/10.1650/0010-5422\(2000\)102\[0958:safbot\]2.0.co;2](https://dx.doi.org/10.1650/0010-5422(2000)102[0958:safbot]2.0.co;2)
- Legendre, L. 2000. The genus *Pinguicula* L. (Lentibulariaceae): an overview. *Acta Botanica Gallica* 147(1): 77-95. DOI: <https://dx.doi.org/10.1080/12538078.2000.10515837>
- Macip-Ríos, R. y A. Muñoz-Alonso. 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 185-195. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2008.001.527>
- MapInfo-Professional. 2013. User Guide. 12.0. Pitney Bowes Software Inc. New York, USA.
- Mehlreter, K. 2008. Helechos. In: Manson, R. H., V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehlreter (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), Instituto Nacional de Ecología (INE)-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D.F., México. 348 pp.
- Murcia, C. 2001. Cambios en el método del cultivo del café y sus efectos sobre la biodiversidad. In: Primack, R., R. Rozzi, P. Feisinger, R. Dirzo y F. Massardo (eds.). Fundamentos de conservación biológica-Perspectivas latinoamericanas. Fondo de la Cultura Económica. México, D.F., México. 797 pp.
- Numa, C., J. R. Verdú y P. Sánchez-Palomino. 2005. Phyllostomid bat diversity in a variegated coffee landscape. *Biological Conservation* 122(1): 151-158. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2004.07.013>
- Pérez, V. 2016. Flora acuática y palustre de los humedales interiores sobre arenas cuarcíticas en Pinar del Río. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. Pinar del Río, Cuba. Pp. 92-120.
- Perfecto, I., R. A. Rice, R. Greenberg y M. E. Van Der Voort. 1996. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46(8): 598-608. DOI: <https://dx.doi.org/10.2307/1312989>
- Petit, L. J. y D. R. Petit. 2003. Evaluating the Importance of Human-Modified Lands for Neotropical Bird Conservation. *Conservation Biology* 17(3): 687-694. DOI: <https://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.00124.x>
- Philpott, S. M. y T. Dietsch. 2003. Coffee and conservation: a global context and the value of farmer involvement. *Conservation*

- Biology 17: 1844-1846. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2003.00150>
- Primack, R., R. Rozzi, F. Massardo y P. Feisinger. 2001. Destrucción y degradación del hábitat. In: Primack, R., R. Rozzi, P. Feisinger, R. Dirzo y F. Massardo (coord.). Fundamentos de conservación biológica-Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México. 797 pp.
- Ruiz, I. 2015. Historia de las Áreas Protegidas de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana, Cuba. 180 pp.
- Shimai, H., Y. Masuda, C. M. Panfet y K. Kondo. 2007. Phylogenetic analysis of Cuban *Pinguicula* (Lentibulariaceae) based on internal transcribed spacer (ITS) region. *Chromosome Botany* 2(4): 151-158. DOI: <https://dx.doi.org/10.3199/iscb.2.151>
- Sosa, V. J., E. Hernández-Salazar, D. Hernández-Conrique y A. A. Castro-Luna. 2008. Murciélagos. In: Manson, R. H., V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreter (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), Instituto Nacional de Ecología (INE)-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D.F., México. 348 pp.
- Svensson, B. M., B. A. Carlsson, P. Staffan Karlsson y K. Olle Nordell. 1993. Comparative long-term demography of three species of *Pinguicula*. *Journal of Ecology* 81(4): 635-645. DOI: <https://dx.doi.org/10.2307/2261662>
- Tejeda-Cruz, C. y C. E. Gordon. 2008. Aves. In: Manson, R. H., V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreter (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), Instituto Nacional de Ecología (INE)-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D.F., México. 348 pp.
- Temple, P. y C. Panfet. 2008. Study the Rock- Loving *Pinguicula lithophytica* of Cuba. *Carnivorous Plant Newsletter* 37: 80-84.
- UICN. 2012. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2a ed. Gland y Cambridge, UK. 34 pp.
- Worley, A. C. y L. D. Harder. 1996. Size-dependent resource allocation and costs of reproduction in *Pinguicula vulgaris* (Lentibulariaceae). *Journal of Ecology* 84(2): 195-206. DOI: <https://dx.doi.org/10.2307/2261355>
- Wunderle, J. M. y S. C. Latta. 1998. Avian resource use in Dominican shade coffee plantations. *The Wilson Bulletin* 110(2): 271-281.