

EVALUACIÓN POBLACIONAL Y GRADO DE AMENAZA DE *Chalybea macrocarpa* (MELASTOMATACEAE) ESPECIE ENDÉMICA DE COLOMBIA

Population Assessment and Degree of Threat of *Chalybea macrocarpa* (Melastomataceae) Endemic Species from Colombia

PABLO ANDRÉS GIL-LEGUIZAMÓN¹, (c) M.Sc.; MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES¹, Ph. D.; CARLOS NELSON DÍAZ-PÉREZ¹, M.Sc.

¹ Herbario UPTC, Grupo Sistemática Biológica, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Avenida Central del Norte, vía Paipa, edificio de laboratorios. Tunja, Boyacá, Colombia. pablo.gil@uptc.edu.co; maria.morales@uptc.edu.co; nelson.diaz@uptc.edu.co

Autor de correspondencia: Pablo Andrés Gil, pablo.gil@uptc.edu.co

Presentado el 8 de noviembre de 2013, aceptado el 3 de febrero de 2014, fecha de reenvío el 17 de marzo de 2014.

Citation / Citar este artículo como: GIL-LEGUIZAMÓN PA, MORALES-PUENTES ME, DÍAZ-PÉREZ CN. Evaluación poblacional y grado de amenaza de *Chalybea macrocarpa* (Melastomataceae) especie endémica de Colombia. Acta biol. Colomb. 2014;19(2):261-270.

RESUMEN

Se presentan los resultados de la evaluación poblacional de *Chalybea macrocarpa*, considerada En Peligro (EN) por su área de distribución restringida, presión generada por cultivos y ganadería extensiva. El estudio se realizó en el departamento de Boyacá (Colombia), en el municipio de Arcabuco, en tres localidades establecidas con información de herbario y bibliografía; con trabajo de campo se identificó la distribución, densidad y fenología como subcriterios para delimitar el área de extensión de presencia y de ocupación de la misma. Se tomaron datos estructurales (altura, cobertura y DAP) para determinar las clases de edades de la población. Con la información recopilada y de vegetación asociada, se re-categorizó la especie bajo el criterio B de la UICN. Se distribuye hacia el noroccidente y sur de Arcabuco, en un área de extensión de 59,9 km², de ocupación 4 km², y una densidad poblacional de 50 individuos/km². La floración y fructificación es continua en el año, sin embargo, la mayor floración es de marzo a agosto y la fructificación de septiembre a febrero. La estructura por edades, permitió identificar diez clases entre plántulas, juveniles y adultos. La población está representada por pocos individuos de plántulas (10,6 %) y juveniles (20,9 %), comparado con adultos (68,5 %). Finalmente, dadas las condiciones actuales de la población de *C. macrocarpa* se propone la recategorización del riesgo de extinción En Peligro Crítico (CR B1ab (iii)).

Palabras clave: distribución, especie amenazada, fenología, población.

ABSTRACT

Population assessment results from *Chalybea macrocarpa* are shown, the specie is considerate ENDANGERED (EN) by its restricted area, threatened is generated by crops and extensive cattle farming. The study was conducted in the Boyacá department (Colombia), municipality of Arcabuco, in three established localities using herbarium and literature information; field work made possible identified distribution, density and phenology like sub criteria, allowing identify the presence extension and occupancy area. We took structural data (height, coverage and DBH) to determinate the population age's classes. With the gathered information and the associated vegetation, the specie is re-categorized with the B IUCN criteria. It is distributed

to the northwest and southern in Arcabuco, in an area of 59.9 km², 4 km² of occupancy and a population density of 50 individual/km². Flowering and fruiting is continuous through the year, however, most of the flowering is from March to August and fruiting from September to February. Age structure allows identified ten species between seedlings, juveniles and adults. Population is represented by few seedling individuals (10.6 %) and juveniles (20.9 %) versus adults (68.5 %). Finally, *C. macrocarpa* is upgraded to Critical Risk (CR B1ab (iii)).

Keywords: distribution, endangered species, phenology, population.

INTRODUCCIÓN

El género *Chalybea* (= *Huilaea* Wurdack, 1957; Morales-P., 2010) descrito por Naudin (1850), circunscrito en la tribu Blakeeae (Morales y González, 2005; Morales-P y González, 2006; Morales-P *et al.*, 2006; Morales-P *et al.*, 2007; Penneys, 2007) es considerado endémico para la zona andina de Colombia, Ecuador y Perú, está conformado por diez especies, dos de las cuales están en Ecuador (*C. ecuadorensis* (Wurdack)

Morales-P y Penneys y *C. calyptrata* (Penneys y Morales-P) Morales-P y Penneys), una en Perú (*C. peruviana* Morales-P y Penneys) y siete en Colombia: en la Sierra Nevada de Santa Marta (*C. kirkbridei* (Wurdack) Morales-P y Penneys), en Boyacá, Huila, Norte de Santander y Santander (*C. corymbifera* Naudin, *C. macrocarpa* (Uribe) Morales-P y Penneys, *C. minor* (Uribe) Morales-P y Penneys, *C. mutisiana* (Uribe) Morales-P y Penneys, *C. penduliflora* (Wurdack) Morales-P y Penneys) y en la cordillera Occidental en el departamento del Cauca (*C. occidentalis* (Lozano y Ruiz) Morales-P y Penneys) (Wurdack, 1976; Lozano-C, 1996; Lozano-C y Ruiz-R, 1996; Morales-P y González, 2006; Morales-P y Penneys, 2010; Morales-P, 2010).

Chalybea macrocarpa fue descrita por Uribe (1966) como *Huilaea macrocarpa*, caracterizada por tener un hábito arbóreo, de 5-9 m de altura; hojas elípticas, envés foliar con acarodoma-cios; inflorescencias axilares, con tres a cinco flores, brácteas oblongo-lanceoladas y bractéolas lineares; la flor tiene pétalos espatulados y carnosos, estambres isomórficos; el fruto con semillas piramidales o irregulares muy pequeñas y con un ápice truncado (Almeda, 1990; Renner, 1993; Gil-Leguizamón, 2009; Morales-P, 2010) (Fig. 1).

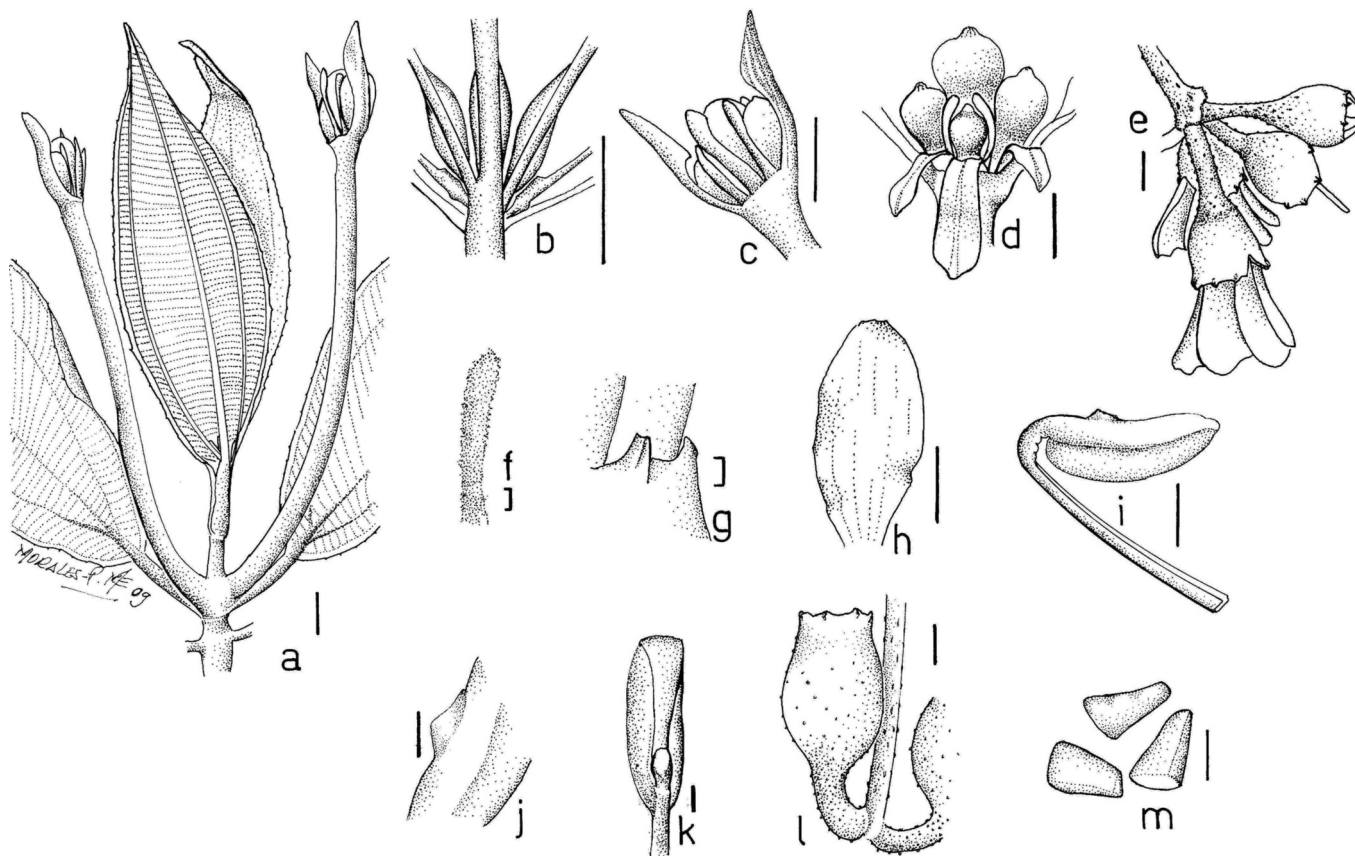


Figura 1. *Chalybea macrocarpa* (Uribe) Morales-P. & Penneys. a) Porción distal de un vástago; b) Detalle de los acarodoma-cios en la base del envés foliar; c-d) Inflorescencias juveniles; e) Inflorescencia más desarrollada; f) Bráctea; g) Detalle de los dientes del cáliz; h) Pétalo; i-k) Vista en varios ángulos del estambre y la antera con detalle del apéndice; l) Frutos; m) Semillas. Escalas: 1 cm en a-e, h-i, l; 1 mm en f-g, j-k, m (Tomado de: Morales-P, 2010).

Según Calderón (1998; 2010) y Morales-P (2010) *C. macrocarpa* es una especie categorizada En Peligro (EN), debido a su área de distribución restringida en los municipios de Arcabuco, Togüí y Villa de Leyva en el departamento de Boyacá, además de presentar fuertes presiones por prácticas agrícolas y pecuarias. Lo anterior, permite proponer una reevaluación del grado de amenaza de la especie, sustentado en el estudio de la población, a partir de la estructura por edades, fenología, área de distribución, vegetación acompañante y hábitat.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se realizó la evaluación poblacional en el municipio de Arcabuco (Boyacá), en las veredas Monte Suárez (vía Arcabuco-Villa de Leyva, zona de amortiguación del Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, 5°43'37" N; 73°27'09" W), Peñas Blancas (Cañón del río Pómeca, sector Alto del Sote, hacia Moniquirá, 5°49'06,2" N; 73°29'59,3" W, conformado por bosque andino y altoandino que limita con áreas de cultivos y potreros; y el sector Mordoñal, Reserva de la Sociedad Civil Rogitama Biodiversidad, 5°47'47,3" N; 73°26'56,0" W), rodeada de una matriz de potrero y parches de bosque de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.).

La zona presenta una temperatura promedio de 12,9 °C (11,1-14,7 °C); régimen de precipitación bimodal con dos periodos secos, entre diciembre-enero y junio-septiembre (1000 mm/año) y dos periodos de lluvia de abril-mayo y octubre-noviembre (1900 mm/año). La geomorfología es montañosa con pendientes de 45-90° en el Cañón del río Pómeca y 10-45° en Monte Suárez y Mordoñal, en un gradiente altitudinal entre 2300-3200 m s. n. m. (Galindo, 2000; IDEAM, 2009).

La principal actividad económica de la zona es el cultivo de papa, lulo, mora, frijol, arveja y de ganadería bovina, lo cual, ha ocasionado un paisaje de mosaicos entre pastizales y parches de cobertura boscosa (Galindo, 2000).

Recopilación de información histórica de la especie

Se revisaron exsicados depositados en los herbarios UPTC (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia), COL (Universidad Nacional de Colombia), FLAS (Museo de Historia Natural de Florida, U.S.A.) y FMB (Instituto Alexander von Humboldt), con el fin de verificar las determinaciones, y registrar información sobre la distribución, fenología y usos; a su vez estos datos fueron complementados con la comunidad de la zona.

Distribución y fenología

Con el fin de establecer el área de extensión de presencia y de ocupación real de la especie, se obtuvieron coordenadas geográficas (a partir de la revisión de colecciones de herbario y trabajo de campo), que fueron verificadas e incorporadas a un archivo de ArcGis (ver. 9.3, ESRI, 2009), para solaparlas con *shapefile* de límites municipales, pendientes y asentamien-

to urbano (sistema de coordenadas WGS 84). Para el cálculo del área de extensión de presencia se digitalizó un polígono con límites imaginarios continuos más cortos que puedan dibujarse para todos los sitios conocidos. El área de ocupación se originó a partir de la sumatoria de las áreas reales de presencia de los individuos en cada localidad (UICN, 2012). Para identificar los cambios fenotípicos de la especie se marcaron y monitorearon mensualmente (entre 2008 y 2010) 20 individuos, registrando los periodos de floración y fructificación. La información recopilada fue analizada con valores mensuales de precipitación con el fin de identificar una relación entre los estadios fenológicos y los periodos secos y de lluvias.

Estructura poblacional y densidad

Se determinó la estructura por edades a partir de la correlación entre altura y cobertura, de cada individuo identificado en campo. Posteriormente, se definió el número de intervalos (clases) o categoría por edades (plántula, juvenil y adulto) y la distribución de los individuos (Rangel y Velásquez, 1997). La densidad poblacional se calculó a partir del área de ocupación real y el número de individuos adultos muestreados.

Flora acompañante y presiones del hábitat

Se realizaron ocho parcelas de 20 x 25 m (500 m² = 4000 m², área muestreada) y se capturaron datos de pendiente, elevación y coordenadas geográficas; así mismo, de la vegetación se registraron parámetros estructurales como, altura (m), cobertura (m²), circunferencia a la altura del pecho - CAP (cm) y formas de crecimiento (Font-Quer, 2001). Para la identificación de presiones sobre el hábitat, se tomaron datos descriptivos y se indagó con la comunidad del área de estudio sobre: ganadería, prácticas agrícolas, talas y quemas. Se identificó la riqueza de familias, géneros y especies, así como, la forma de crecimiento dominante. Los ejemplares se curaron bajo normas internacionales y se depositaron en el Herbario UPTC, bajo la numeración de Gil-Leguizamón.

Reevaluación del grado de amenaza

Se evaluó a partir de las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN ver. 3.1 (UICN, 2010; 2012) teniendo en cuenta el tamaño poblacional, número de localidades, área de extensión de presencia, área de ocupación y calidad del hábitat.

RESULTADOS

Información histórica

Se identificaron cinco localidades de distribución, cuatro de ellas a partir de registros históricos en bibliografía (Wurdack, 1976; Snow y Snow, 1980; Lozano, 1996; Uribe, 1966; Morales y González, 2005; Morales-P *et al.*, 2006; Morales-P *et al.*, 2007; Penneys, 2007; Morales-P, 2010) y colecciones de herbario que datan desde 1963 (Anexo 1), y que corresponden a los municipios de Arcabuco (Cañón del río Pómeca vía municipio de Moniquirá, y Santuario de Fauna y Flora de Iguaque,

vereda Monte Suárez área de amortiguación), Togüí (vereda El Cararé) y Villa de Leyva (SFF de Iguaque, quebrada La Colorada en bosque de roble); la quinta localidad corresponde a una visita de campo –considerada como un nuevo registro (sector Mordoñal de la Reserva de la Sociedad Civil Rogitama Biodiversidad)–; en todas las localidades se hizo verificación de la existencia actual de la especie y se encontró que *C. macrocarpa* se distribuye entre los 2280 y 2910 m s. n. m. La especie es llamada “churumbelo” o “tuno”, sus frutos son dulces y usualmente consumidos por los pobladores; su madera se utilizó en la fabricación de yuntas para el arado, en la elaboración de vigas y de columnas para la construcción de casas. Los individuos son llamativos por sus abundantes y grandes flores (8,4 x 5,1 cm), además de la coloración

intensa de rosado a rojo. Según los pobladores, 30 años atrás, la población de *C. macrocarpa* sufrió una reducción causada por la entresaca y tala masiva del bosque para aprovechamiento agrícola y maderero.

Distribución poblacional y fenología

Con los datos de herbario y la verificación en campo, la especie se encuentra en la zona noroccidental y sur del municipio de Arcabuco, al sur del municipio de Togüí vereda El Cararé, camino real a La Palma (Santander) y al oriente del municipio de Villa de Leyva, vereda Capilla 2 (Boyacá). Para la especie se estima un área de extensión de presencia de 5994,54 ha (59,9 km²) y de ocupación de 401,8 ha (4 km²) (Fig. 2).

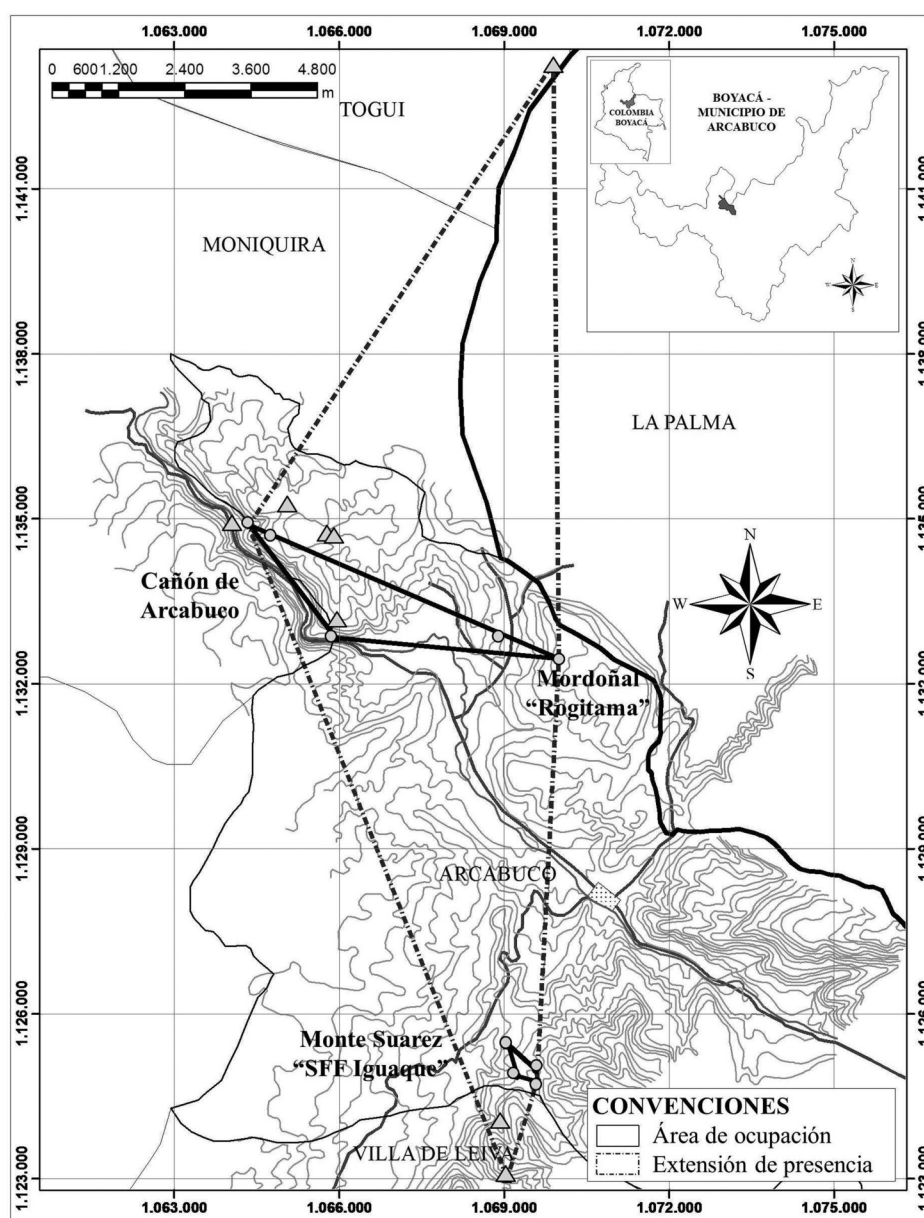


Figura 2. Distribución poblacional de *C. macrocarpa*. Círculos grises (ejemplares registrados en este estudio); triángulos grises (colecciones en herbarios).

La floración y fructificación de *C. macrocarpa* se presenta durante todo el año; sin embargo, para el periodo muestreado la mayor abundancia de flores (30-50 por individuo) se registró entre marzo y agosto, y de frutos (30-61 por individuo) entre septiembre y febrero. Se encontró una relación donde los máximos de precipitación (abril-octubre, 1700-1900 mm) anteceden en el primer semestre el máximo de floración (mayo) y en el segundo semestre el máximo de fructificación (noviembre). En épocas secas la floración y fructificación se ve reducida.

Estructura poblacional y densidad

La correlación entre altura y cobertura, arrojó un coeficiente de determinación que establece un 77 % de asociación entre los datos; estos resultados se ajustan a un modelo de tipo potencial (Spearman, $p < 0,05$, r^2 de 0,77 de confiabilidad), que estima un incremento aproximado en un metro cuadrado de cobertura, por cada dos metros que aumenta la altura; el 23 % restante explica la existencia de individuos con alturas superiores a 10 m y coberturas que no superan los 20 m²; lo anterior, fue registrado en individuos presentes en borde de bosque y potrero (Fig. 3).

La estructura por edades se realizó a 292 individuos muestreados, a partir de la altura se identificaron diez clases de edad entre plántulas, juveniles y adultos. La población de *C. macrocarpa* está representada por pocos individuos en edades de plántula (31/10,6 %) y juvenil (61/20,9 %) y mayor proporción de adultos (200/68,5 %); no se observa una tendencia entre la altura y la abundancia de adultos (Fig. 4). La densidad poblacional de adultos es de 50 individuos/ km². En la vereda Monte Suárez se identificaron 113 individuos, con la mayor abundancia en el borde con 86 individuos,

seguido del interior del bosque (23) y potrero (4). La clase de edad “juvenil” presenta 29 individuos siendo el mayor número registrado en el borde del bosque. En esta localidad no se encontraron plántulas en el interior del bosque y es la única, donde se observaron individuos en potreros.

En Peñas Blancas, Cañón del Río Pómeca, se muestrearon 119 individuos. El ambiente con la mayor abundancia es el borde con 77 individuos, seguido del interior del bosque (42). La clase de edad “adulto 2” presenta el mayor número de individuos con ocho en el borde y 12 en el interior del bosque.

En Peñas Blancas sector Mordoñal, se evaluaron 60 individuos en el interior del bosque de roble (*Quercus humboldtii*); solo se registraron individuos en el interior del bosque con la mayor abundancia en las clases de edad “adulto 2” y “juvenil”.

Flora acompañante y presiones del hábitat

La población de *C. macrocarpa* es de bosque andino según el rango altitudinal propuesto por van der Hammer y Rangel (1997) y se encuentra en potreros, bordes e interior del bosque. El Cañón del Río Pómeca (Arcabuco) se caracteriza por una topografía escarpada con suelos “misceláneos rocosos” cuyo uso potencial es la protección absoluta (Galindo, 2000). El taxón en estudio se presenta entre 2360-2761 m s. n. m.; para esta localidad se identificaron formaciones vegetales de bosque andino y altoandino con sustratos rocosos cubiertos por materia orgánica en descomposición y espesor entre 18-45 cm. Se presenta una riqueza de 113 especies, 75 géneros y 40 familias, con predominio de árboles (11-14 m) de *Meriania haemantha* (Planch. & Lindl.) Triana, *Quercus humboldtii*, *Ladenbergia macrocarpa* (Vahl) Klotzsch, *Clusia multiflora* Kunth, *Miconia* cf. *alborosea* L. Uribe y *Schefflera* aff. *velutina* Cuatrec.; en el estrato arbustivo (2-4,9 m) con *Palicourea demissa* Standl, *P. vaginata*

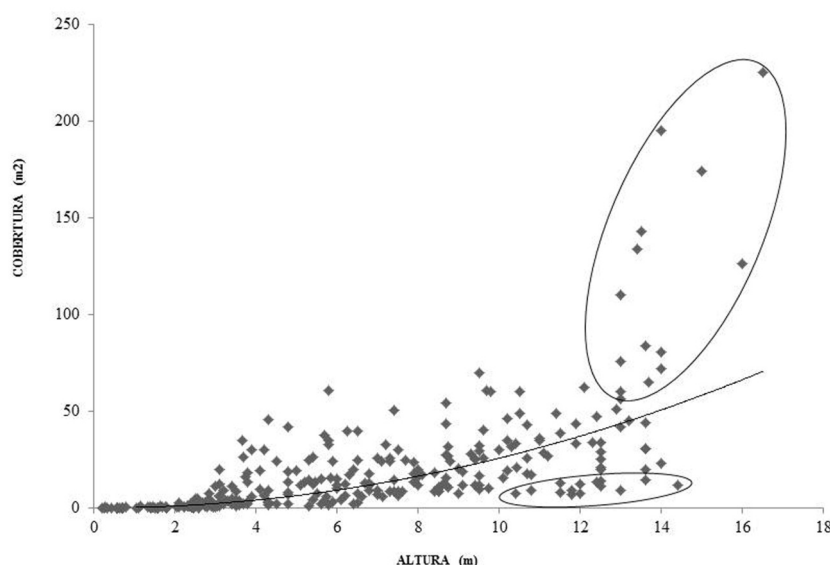


Figura 3. Relación entre altura y cobertura de *C. macrocarpa*. Óvalo superior derecho (individuos ≥ 10 m de altura y coberturas ≥ 60 m²) y óvalo inferior derecho (individuos ≥ 10 m de altura y coberturas ≤ 20 m²).

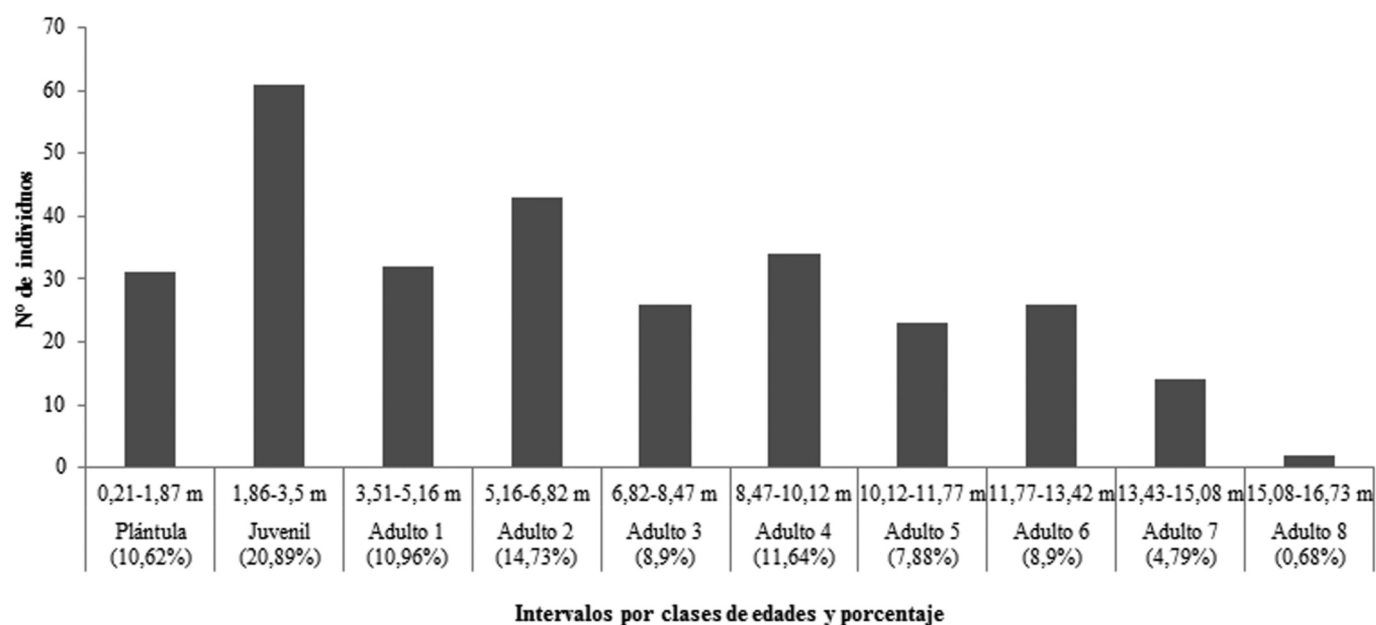


Figura 4. Categorización por clases de edades identificadas en las poblaciones de *C. macrocarpa* a partir de la altura (m).

Benth., *Cinchona lancifolia* Mutis, *Psychotria aschersoniana* K. Schum. & K. Krause, *Drymis granadensis* L.f., *Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domin, *Monochaetum myrtoideum* (Bonpl.) Naudin, *Miconia turgida* Gleason y *Piper archeri* Trel. & Yunck.; y en el herbáceo con *Chusquea scandens* Kunth, *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm., *Lycopodium clavatum* L., *Nephrolepis* aff. *cordifolia* (L.) C. Presl, *Asplenium pumilum* Sw. y *Elaphoglossum mathewsii* (Fée) T. Moore (Tabla 1). Esta cobertura se ve afectada por deslizamientos de tierra producto de la inestabilidad natural (Galindo, 2000) y por la pérdida de cobertura vegetal.

En el Sector Mordoñal (Reserva Rogitama) se presentan suelos arenosos y asociaciones de tipo “Leonera” cuyo uso potencial son los cultivos semilimpios (papa y lulo) y sistemas agrosilvopastoriles (Galindo, 2000). La especie se registró en un rango altitudinal entre 2500 y 2590 m s. n. m., con inclinación entre 15-20°. La formación vegetal corresponde a bosque altoandino con una riqueza de 79 especies, 54 géneros y 38 familias. Las especies dominantes en su orden, para el estrato arbóreo (7-15 m) son *Quercus humboldtii*, *Vismia ferruginea* Kunth, *Clusia alata* Planch. & Triana, *Hedyosmum crenatum* Occhioni, *Schefflera* aff. *velutina* y *S. paniculitomentosa* Cuatrec.; el estrato arbustivo (1,6-4,6 m) con *Palicourea vagans* Wernham, *Viburnum triphyllum* Benth., *Cyathea caracasana*, *Miconia turgida*, *M. jahnii* Pittier y *Cavendishia bracteata* (Ruiz y Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold; y en hierbas *Elaphoglossum mathewsii*, *Eriosorus flexuosus*, (Kunth) Copel. *Nephrolepis* aff. *cordifolia*, *Chusquea scandens* y *Disterigma* cf. *cryptocalyx* A.C. Sm. (Tabla 1). En la vereda Monte Suárez, zona de amortiguación del SFF Iguaque se presentan suelos de tipo “Misceláneo rocoso” destinados a protección absoluta, cultivos semilimpios y

sistemas agrosilvopastoriles (Galindo, 2000). *C. macrocarpa* se presenta entre los 2858 y 2896 m s. n. m. de altitud, crecen sobre un relieve ligeramente inclinado (5-40°), donde la cobertura vegetal corresponde a bosque altoandino con dominio de árboles (5,1-24 m) como *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogn., *Ocotea discolor* Kunth, *Clusia multiflora*, *Clethra* cf. *lanata* M. Martens y Gal., *Escallonia paniculata* (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult, *Hedyosmum crenatum* Occhioni, *Baccharis rosmarinifolia* Hook. & Arn., *Brunellia integrifolia* Szyszyl. y *Axinaea scutigera* Triana; los arbustos (1.5-5.5 m) con *Piper nubigenum* Kunth, *Psychotria tatamana* Standl., *Solanum vestissimum* Dunal, *Chusquea scandens*, *Meriania haemantha*, *Cyathea caracasana*, *Clusia alata*, *Monochaetum myrtoideum* y *Miconia jahnii*; y hierbas con *Pleurothallis cordata* (Ruiz & Pav.) Lindl., *Bactris* sp., *Radiovittaria gardneriana* (Fée) E.H. Crane, *Asplenium pumilum* Sw., *Piper pesaresanum*, C. DC. *Rubus guyanensis* Focke, *Eriosorus flexuosus*, *Holcus lanatus* L., *Phytolacca icosandra* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn y *Monochaetum bomplandii* (Humb. & Bonpl.) Naudin. (Tabla 1). Los principales tensionantes corresponden a entresaca selectiva, quemas para el establecimiento y ampliación de la frontera agrícola (cultivos de papa) y pecuaria (ganadería bovina y equina).

Reevaluación del grado de amenaza

Calderón (1998) categorizó a *C. macrocarpa* En Peligro (EN, B1+2c), por considerarse endémica de Boyacá con un área de extensión de presencia <5 000 km², y ocupación de 500 km²; su hábitat se consideró severamente fragmentado y en menos de cinco localidades.

Con la información obtenida en este estudio, se propone re-categorizar la especie bajo el criterio B (areal pequeño, frag-

Tabla 1. Familias y géneros más ricos en número de especies para las tres localidades evaluadas.

ID	Familias (n.º géneros/n.º especies)	Géneros (n.º especies)	n.º de especies por localidad		
			L1	L2	L3
1	Araceae (2/6)	<i>Anthurium</i> (6)	6	5	6
2	Melastomataceae (9/11)	<i>Miconia</i> (6)	2	6	6
3	Piperaceae (2/5)	<i>Piper</i> (4)	4	2	4
4	Araliaceae (2/6)	<i>Schefflera</i> (4)	4	3	2
5	Bromeliaceae (1/6)	<i>Tillandsia</i> (6)	6	2	1
6	Solanaceae (1/6)	<i>Solanum</i> (4)	4	1	4
7	Orchidaceae (3/6)	<i>Pleurothallis</i> (4)	4	2	1
8	Rubiaceae (4/5)	<i>Palicourea</i> (3)	0	3	3
9	Chloranthaceae (1/3)	<i>Hedyosmum</i> (2)	2	1	2
10	Clusiaceae (2/2)	<i>Clusia</i> (2)	2	1	2
Total			34	26	31

L1. Vereda Monte Suárez - SFF. Iguaque

L2. Vereda Peñas Blancas - Rogitama

L3. Vereda Peñas Blancas - Cañón del río Pómeca

mentado o en disminución constante), debido a que el área de extensión de presencia es de 59,9 km² (el subcriterio B1 considera especies con menos de 100 km²), el hábitat es severamente fragmentado y se encuentra en solo cuatro localidades (1. Monte Suárez, área de amortiguación del SFF de Iguaque; 2. Peñas Blancas-Cañón del río Pómeca; 3. Mordoñal-Reserva Rogitama y 4. Carare, Togüí, Boyacá) (umbral a), además, presenta continua alteración y declive de su hábitat (umbral b, calificador iii); por lo anterior, se propone que *C. macrocarpa* ascienda a la categoría En Peligro Crítico (CR B1ab (iii)).

DISCUSIÓN

Chalybea macrocarpa se distribuye en zonas de bosque andino con pendientes desde leves hasta fuertes (5-40°). Esta cobertura ha sido fuertemente perturbada por el incremento de la frontera agrícola, pecuaria y la entresaca de especies maderables; lo cual ha ocasionado una reducción de la población y actualmente el área de distribución es de 59,9 km² (Fig. 2) encontrándose algunos individuos aislados en zonas de potreros y en medio de cultivos de papa.

Un atributo intrínseco que determina la estructura poblacional de *C. macrocarpa* es la capacidad de regeneración que tienen sus individuos, los cuales se relacionan con estados fenológicos; de esta forma, para el periodo muestreado, la floración y fructificación es sincrónico y continuo en el año, antecedido por periodos de precipitación que pueden impulsar el desarrollo floral. Según Renner (1989) en Melastomataceae los periodos de floración y fructificación en general son sincrónicos, sin embargo, en taxones como *Miconia* se registran episodios de floración de corta duración en días o semanas, mientras que en otros grupos como *Chalybea*, tales periodos pueden ser de semanas, meses o continuos en el

año. Estos resultados determinan que la población actualmente se ve favorecida en su patrón fenológico, porque genera el recurso ininterrumpido para procesos de polinización, fecundación y dispersión de semillas.

En el interior del bosque se registraron individuos con coberturas > 60 m², mientras que en zonas de borde de bosque y potrero se encontraron valores < 20 m², lo cual se explica en que las variaciones en radiación solar, compactación de suelos, fuertes vientos e insumos agrícolas inorgánicos afectan directamente la cobertura de estas plantas. De acuerdo con Carrasco-R (2009) los cambios morfológicos que involucran la reducción del crecimiento de las plantas corresponde a un mecanismo de protección que reduce la cantidad de tejido expuesto y en consecuencia disminuye la absorción de luz ultravioleta.

Chalybea macrocarpa presenta mayor abundancia en el borde de bosque (55,82 %), seguida del interior (42,81 %) y zonas de potreros y/o cultivos (1,37 %). A pesar de este resultado se infiere que la especie es de ambientes boscosos, ya que en el pasado correspondió a una franja de vegetación continua, que al ser fragmentada por actividades humanas, la especie ha logrado establecerse en zonas de borde y soportar una mayor intensidad lumínica y de viento. Sin embargo, en zonas de utilidad agropecuaria son taladas y por ende su área de distribución se ha visto afectada.

La presencia actual de pocos individuos en edades adulto 7 y 8 (>13 m) (Fig. 4), determinan que no todos los individuos llegan a esta edad. Lo anterior, se ve argumentado en que los registros históricos sobre explotación en Arcabuco ("carboniar" y talar), junto al desarrollo e impulso económico que sufrió este a comienzos del siglo XX por la apertura de carreteras, marcó el comportamiento social, económico y ambiental de la región; es así como, la demanda de maderas

como roble (*Quercus humboldtii*), tuno (*C. macrocarpa*, *Miconia jahnii*, *M. theaezans* (Bonpl.) Cogn., *M. turgida* Gleason), punta de lanza (*Vismia ferruginea* Kunth), cucharo (*Myrsine* sp.), gague (*Clusia alata*, *C. multiflora*), entre otros, ocasionaron el aislamiento de las formaciones boscosas y la fragmentación hasta hoy conocida (Valencia y Jerez, 1981; Londoño, 1985).

El desarrollo de plántulas es bajo, lo que indica que el reclutamiento y regeneración natural es muy lenta y/o escasa, a pesar que la cantidad de semillas por fruto es elevado (~150) y que en su germinación utilizan el fruto en descomposición como sustrato que provee los nutrientes. El número de plántulas registrado en el interior de bosque es reducido, lo cual puede ser explicado en que las especies arbóreas de amplio dosel como *Clusia alata* Planch. & Triana, *C. multiflora* Kunth, *Schefflera bogotensis* Cuatrec., *Miconia jahnii* Pittier, *Ladenbergia macrocarpa* (Vahl) Klotzsch, *Clethra* sp. y *Quercus humboldtii*, limitan la luminosidad en el sotobosque. Así mismo, los juveniles no alcanzan el 21 %, ello implica que, probablemente las presiones y los procesos sucesionales, actúan como barrera que condicionan el desarrollo de nuevos individuos (Fig. 4). Sería importante adelantar un estudio detallado sobre el desarrollo de la especie y las condiciones ambientales que favorecen su germinación y crecimiento.

La presencia de plántulas en el ecotono y potrero podría ser explicado por la abundancia de semillas en el suelo (debido a la continua fructificación de la especie en el año), que al ingresar radiación solar por pérdida de cobertura vegetal puede activar su germinación. Los juveniles y adultos presentaron un mayor número de individuos en el ecotono; los juveniles se ven favorecidos en la baja competencia por luz con otros árboles y los adultos por la selectividad de los pobladores durante la tala, entresaca de especies maderables y adecuación de suelos para agricultura. Esto se evidenció en Monte Suárez donde se observaron individuos en medio de potreros y cultivos de papa.

Otro aspecto que se evaluó fue la riqueza vegetal en el área de estudio, si bien, la flora asociada a *C. macrocarpa* también se ve expuesta a procesos de intervención humana, esta aún guarda en algunas zonas, la estructura, diversidad y composición de una flora nativa medianamente conservada, con la dominancia de elementos arbóreos de los géneros *Meriania*, *Clusia*, *Miconia*, *Quercus* y *Palicourea*, muy asociados a la especie en estudio. De igual forma, para la zona de estudio, Marín-Corba y Betancur (1997) definen la riqueza florística, con la dominancia de familias como Ericaceae, Lauraceae, Myrsinaceae y Melastomataceae, y con los géneros *Clethra* y *Ocotea*, los resultados aquí expuestos registran como familias y géneros con mayor riqueza, a Araceae, Melastomataceae, Piperaceae, así como *Anthurium*, *Miconia*, *Piper*, *Schefflera* y *Tillandsia* (Tabla 1). La composición florística para el Cañón del Río Pómea y Monte Suárez es similar, ya que se comparten especies como *Cyathea caracasana*, *Meriania haemantha*, *Clusia multiflora*, *Schefflera* aff. *velutina*, *Monochaetum myrtoideum*, *Chusquea scandens*, *Asplenium pumilum*, entre otras; es de esperarse este resultado,

dado que corresponden a vegetación típica de bosque andino (Rangel y Velásquez, 1997). La riqueza florística de Rogitama fue inferior comparada con las anteriores, debido a la dominancia de *Quercus humboldtii*.

La vegetación acompañante permitió detectar que las localidades evaluadas han sido fuertemente intervenidas, reflejado en la dominancia de *Pteridium aquilinum* (helecho marra-nero), *Chusquea scandens* (chusque) y *Holcus lanatus*; a su vez, la presencia de plantas con diámetros no superiores a 32 cm y tocones, reflejan la entresaca selectiva; además de zonas quemadas para uso agrícola y pecuario.

Finalmente, como es determinado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2010; UICN, 2012) al ascender a la categoría de riesgo de extinción En Peligro Crítico (CR B1ab (iii)), la población de *C. macrocarpa* enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en un futuro inmediato, esto se argumenta en las presiones constantes sobre su hábitat y su área de distribución restringida al municipio de Arcabuco, Villa de Leyva y Togüí (Boyacá). Dado el alto grado de afectación que experimenta la población, se sugiere la creación de zonas de reserva o la ampliación de la zona de amortiguación del SFF de Iguaque, Reserva Rogitama (en el sector Mordoñal) y el Cañón del Río Pómea, con fines de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se desarrolló en el marco del análisis filogenético de *Huilaia* Wurdack (Melastomataceae) basado en datos morfológicos y moleculares. Al Grupo Sistemática Biológica, Herbario UPTC, Escuela de Ciencias Biológicas, Dirección de Investigaciones-DIN y Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. A, COLCIENCIAS (Beca Doctoral, 43/03). G. Stiles (Universidad Nacional de Colombia), R. Chavarro (Reserva de la Sociedad Civil Rogitama Biodiversidad), L. R. Sánchez (Universidad de Pamplona), D. Torres (Herbario UPTC) y A. P. Rodríguez-Z (UDESA-UPTC).

BIBLIOGRAFÍA

- Almeda F. New species and new combinations in *Blakea* and *Topobea* (Melastomataceae), with a historical perspective on generic limits in the tribe Blakeeae. *Proc Calif Acad Sci.* 1990;46(4):299-326.
- Calderón E. *Huilaia macrocarpa*. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2.3.1998 [citado 7 Dec 2007]. Disponible en: www.iucnredlist.org.
- Calderón E. *Huilaia macrocarpa*. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2013.2. 2013 [citado 11 Feb 2014]. Disponible en: www.iucnredlist.org.
- Carrasco-Ríos L. Efecto de la radiación ultravioleta-B en plantas. *Idesia.* 2009;27(3):59-76.
- ESRI. ArcGis. Version 9.3 Desktop: Release 9.3. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. 2009. [citado Oct 2013]. Disponible en: <https://www.webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm>

- Font-Quer P. Diccionario de botánica. 2 ed. Barcelona, España: Ediciones Península; 2001. p. 1244.
- Galindo R. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Arcabuco-Boyacá. Planificación económica, social, dimensión territorial y aprovechamiento sostenible (Ley 388 de 1997). Arcabuco, Boyacá, Colombia. 2000. p. 321.
- Gil-Leguizamón PA. Estado poblacional y grado de amenaza de *Huillaea macrocarpa* Uribe (Melastomataceae), en el municipio de Arcabuco, Boyacá - Colombia. [Tesis de pregrado]. Tunja: Escuela de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; 2009.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM. Registros de precipitación desde 1988 al 2008; 2009.
- Londoño E. Los cacicazgos Muiscas a la llegada de los conquistadores españoles. El caso del Zacasco o Reino de Tunja. [Tesis de pregrado]. Bogotá: Universidad de los Andes; 1985.
- Lozano-C G. Géneros de cormofitos endémicos de Colombia. En: Lozano-CG, Ruiz N, González F, Murillo MT. Notas sobre biodiversidad. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Biblioteca José Jerónimo Triana 1996;13:65-71.
- Lozano-C G, RUIZ-R N. El género *Huillaea* Wurdack (Melastomataceae). Rev Acad Colomb Cienc. 1996;20(77): 237-242.
- Marín-Corba CA, Betancur J. Estudio florístico en un robledal del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque (Boyacá-Colombia). Rev Acad Colomb Cienc. 1997;21(80):249-259.
- Morales ME, González F. Redescubrimiento de *Chalybea* Naudin e implicaciones en la delimitación genérica de *Huillaea* Wurdack (Melastomataceae). Rev Acad Colomb Cienc. 2005;29(111):171-178.
- Morales-P ME, González F. Relaciones sistemáticas de *Huillaea* Wurd. y *Chalybea* Naud. (Melastomataceae). En: Mejía PM, García R, Lagos-Witte S, Peguero B, Rodríguez S, Castillo D, Jiménez F, Veloz A, Zanoni T, editores. Libro de Resúmenes. IX Congreso Latinoamericano de Botánica, 19-25 de junio, Santo Domingo, República Dominicana: Impresión amigo del hogar; 2006. p. 688.
- Morales-P ME, Penneys DS, Judd WS, González FA. Estudio preliminar de las relaciones filogenéticas de los géneros *Huillaea* Wurd. y *Chalybea* Naud. en la tribu Blakeeae (Melastomataceae). En: Mejía PM, García R, Lagos-Witte S, Peguero B, Rodríguez S, Castillo D, Jiménez F, Veloz A, Zanoni T, editores. Libro de Resúmenes. IX Congreso Latinoamericano de Botánica, 19-25 de junio, Santo Domingo, República Dominicana: Impresión amigo del hogar; 2006. p. 173-174.
- Morales-P ME, Penneys DS, González F, Judd WS. Filogenia de *Huillaea* Wurdack y *Chalybea* Naudin (Melastomataceae) y reevaluación de su condición endémica para Colombia. Resúmenes: carteles (Poster). Actual Biol. 2007;29(Supl.1):334.
- Morales-P ME, Penneys DS. New species of *Chalybea* Naudin y *Huillaea* Wurdack (Melastomataceae). Brittonia. 2010; 62(1):26-34.
- MoralesS-P ME. Análisis filogenético de *Huillaea* Wurdack (Melastomataceae) basado en datos morfológicos y moleculares. [Tesis de doctorado]. Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia; 2010.
- Naudin CV. Melastomacearum. Quae in Museo Parisiensis continentur monographica descriptionis. Ann Sci Nat Bot Biol. Sér. 1850;3(14):111.
- Penneys DS. Phylogeny and character evolution in the Blakeeae (Melastomataceae). [Tesis de doctorado]. Gainesville: University of Florida; 2007.
- Rangel JO, Velázquez A. Métodos de estudio de la vegetación. En: Rangel JO, Lowy P, Aguilar M, editores. Colombia. Diversidad Biótica II: tipos de vegetación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia: Editorial Unibiblos; 1997. p. 59-87.
- Renner SS. A survey of Reproductive Biology in Neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. Ann. Missouri Bot. Gard. 1989;76(2):496-518.
- Renner SS. Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. Nord J Bot. 1993; 13(5):519-540.
- Snow DW, Snow BK. Relationships between hummingbirds and flowers in the Andes of Colombia. Bull br Mus nat Hist Zool. 1980;38(2):105-139.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN). Red List of Threatened species. Ver. 2001.3. 2010. [citado 11 Oct 2010]. Disponible en: www.iucnredlist.org/technical-documents/categories-and-criteria.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN). Categorías y criterios de la lista roja de la UICN: versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. Vi + 34pp; 2012. [citado 30 Nov 2012]. Disponible en: www.iucnredlist.org/technical-documents/categories-and-criteria.
- Uribe UL. Sertula Florae Colombiae, IX. Dos Melastomataceas nuevas de Colombia. Caldasia. 1966;9(44): 295-301.
- Valencia J, Jerez R. Influencias fitosociológicas de la Reserva Natural del Cañón de Arcabuco (Boyacá). [Tesis de Maestría]. Tunja: Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; 1981.
- Van Der Hammen T, Rangel JO. El estudio de la vegetación en Colombia. En: Rangel J.O, Lowy P, Aguilar M, editores. Colombia. Diversidad Biótica II: tipos de vegetación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad

- de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia: Editorial Unibiblos; 1997;17-57.
- Wurdack JJ. Certamen Melastomataceis IV. Brittonia. 1957;9(20):101-109.
- Wurdack JJ. Endemic Melastomataceae of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Brittonia. 1976;28(1):138-143.
- Wurdack JJ. Certamen Melastomataceis - XXXVIII. Phytologia. 1988;64(4):293-301.

ANEXO 1. MATERIAL EXAMINADO

Colombia. Boyacá: Arcabuco, Cañón de Arcabuco, río Pómeca, 10 abr 1997 (fl), Contreras *et al.* 006 (UPTC); Arcabuco, alrededores de la población, 2739-2850 m, 20 ago. 1965 (fl), Huertas y Camargo 6321 (COL); Arcabuco, alrededores de la población, 2700 m, 30 oct. 1963 (fl), Espinal y Montenegro 1446 (COL); Cordillera Oriental, Arcabuco al NE de la población, ca. al límite entre Boyacá y Santander, 2650 m, 12 oct. 1966 (fl), García-Barriga 18756 (COL); Cordillera Oriental, Arcabuco, al NE de la población cerca al límite con Santander, 2650 m, 12 oct. 1966 (fl), García-Barriga 18758 (FMB); margen derecha carretera Arcabuco-Moniquirá, al comienzo del Cañón, 7 nov. 1987 (fl), González 1290 (COL, UPTC); Santuario de Flora y Fauna de Iguaque, 2800 m, 21 nov. 1987 (fl, fr), González 1380 (COL, UPTC); Santuario de Flora y Fauna de Iguaque, vertiente hacia la inspección de policía de Patiecitos, 2850 m, 24 dic. 1995 (fl, fr), González 3460 (COL); Arcabuco, Cañón del río Pómeca, 05°48'80" N, 73°28'9" O, 2400 m, 15 abr. 1997 (Est), Mendoza 3016 (FMB); Arcabuco, Cañón del río Pómeca, 05°48'80" N, 73°28'97" O, 2400 m, 14 abr. 1997 (fl), Mendoza 3050 (FMB); Arcabuco, Cañón del Río Pómeca, a 500 m del peaje entre Arcabuco y Moniquirá, 1900-2000 m, 18 jun 2010, Mendoza 17589 (FMB); Arcabuco, Cañón de Arcabuco, vía a Moniquirá, km 23, río Pómeca, margen derecha, puente metálico, a 12 m del río, 05°49'1.21" N, 73°29'9.91" O, 2225-2285 m, 6 abr. 2004 (fl, fr), Morales-P. *et al.* 1733 (COL, FLAS, UPTC); Arcabuco, Cañón de Arcabuco, vía Moniquirá, km 23, río Pómeca, borde de camino, margen izquierda siguiendo el sendero, 05°49'0.26" N, 73°29'8.84" O, 2220-2280 m, 6 abr. 2004 (fl, fr), Morales-P. *et al.* 1734 (COL, FLAS, UPTC); Arcabuco, Cañón de Arcabuco vía Moniquirá, km 23, río Pómeca, 05°49'0.26" N, 73°29'88" O, 2220-2280 m, 6 abr. 2004 (fl, fr), Morales-P. *et al.* 1735 (COL, FLAS, UPTC); Arcabuco, Cañón de Arcabuco, vía Moniquirá, km 23, río Pómeca, 05°48'9.95" N, 73°29'8.81" O, 2225-2280 m, 6 abr. 2004 (fl, fr), Morales-P. *et al.* 1736 (COL, FLAS, UPTC); Arcabuco, Cañón de Arcabuco, vía Moniquirá, km 23, río Pómeca, 05°48'9.28" N, 73°29'8.36" O, 2250-2300 m, 6 abr. 2004 (fl), Morales-P. *et al.* 1737 (COL, FLAS, UPTC); Arcabuco, Cañón de Arcabuco, vía Moniquirá, km 23, río Pómeca, 05°48'9.30" N, 73°29'8.38" O, 2250-2300 m, 6 abr. 2004 (fl), Morales-P. *et al.* 1738 (COL, UPTC); Arcabuco, vereda Monte Suárez, quebrada El Secreto, zona de amortiguación del Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, cerca de Villa de Leyva, 2909 m, 1-3 feb. 2005 (fl), Morales-P. *et al.* 1772 (COL, UPTC); Arcabuco, vereda Monte Suárez, quebrada El Secreto, zona de amortiguación del Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, cerca de Villa de Leyva, 2909 m, 1-3 feb. 2005 (fl), Morales-P. *et al.* 1774 (COL, UPTC); Arcabuco, vereda Monte Suárez, quebrada El Secreto, zona de amortiguación del Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, cerca de Villa de Leyva, 2909 m, 1-3 feb. 2005 (fl), Morales-P. *et al.* 1777 (COL, UPTC); vía Arcabuco-Villa de Leyva, carretera antigua, 05°43'59.2" N, 73°27'26.5" O, 2803 ±6 m, 19 dic. 2007 (fl), Morales-P. *et al.* 1927 (COL, UPTC); Arcabuco, Cañón de Arcabuco, río Pómeca, 2400 m, 4 jun. 1997 (fl), Peña *et al.* 014 (UPTC); Arcabuco, Cañón de Arcabuco, río Pómeca, 10 abr. 1997 (fl), Quintero *et al.* 07 (UPTC); Arcabuco, alrededores de la población, 2700 m, 30 oct. 1963 (fr), Uribe-U. 5440 (COL); Arcabuco, carretera entre Arcabuco y Moniquirá, 2400 m, 19 jul. 1969 (fl, fr), Uribe-U. 6290 (COL); Togüí, vereda El Cararé, camino real a La Palma (Santander), arriba de la hacienda San Joaquín, 2350 m, 1 sep. 1978 (fl, fr), Lozano *et al.* 3002 (COL); Villa de Leyva, Santuario de Flora y Fauna de Iguaque, zona limítrofe entre los municipios de Arcabuco y Villa de Leyva, 5°42'40.2" N, 73°27'27.3" O, 2850 m, 16 ene. 2009 (fl), Alvear *et al.* 1427 (COL); Villa de Leyva, vereda Capilla 2 km 19 de la carretera que conduce de Villa de Leyva a Arcabuco, 1 km al Este, aguas arriba a partir de la intersección de la Q. La Colorada con esta vía. Relicto de bosque de roble (*Q. humboldtii*), hacia la quebrada El Ortigal, 5°43'47.1" N, 73°27'46" E, 2650-2700 m, 9 sep. 2003, Prieto *et al.* 1618 (FMB); Villa de Leyva, vereda Capilla 2 km 19 de la carretera que conduce de Villa de Leyva a Arcabuco, 1 km al Este, aguas arriba a partir de la intersección de la Q. La Colorada con esta vía. Relicto de bosque de roble (*Q. humboldtii*), hacia la quebrada El Ortigal, 5°43'47.1" N, 73°27'46" E, 2650-2700 m, 10 sep. 2003, Prieto *et al.* 1647 (FMB); Villa de Leyva, Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, 29 sep. 1984 (fl), Rodríguez 37 (FMB).