

El preocupante estado de *Centronia mutisii* (Melastomataceae)

Olga Adriana León*, Camilo Esteban Cadena-Vargas*, Mónica Saida Acosta-Ortiz

Subdirección Científica. Línea de Conservación In situ. Jardín Botánico "José Celestino Mutis". Bogotá D.C., Colombia

*cecadena@gmail.com; olgaaleon@gmail.com

Recibido: 31-08-2011; Aceptado: 21-11-2011

Resumen

Objetivo. La presente investigación buscó detallar aspectos del Tuno rosa (*Centronia mutisii*) como su distribución, estado poblacional y propagación debido a la presión que sufre su hábitat, restringido a un sector de Cundinamarca y del Distrito Capital, y por encontrarse catalogada como una especie vulnerable (VU) según la IUCN. **Materiales y métodos.** Se identificó la distribución potencial de *C. mutisii* (modelación de nicho), fue evaluado el estado de conservación de la población y se realizaron tratamientos de propagación y manejo *ex situ*. **Resultados.** Los resultados señalan que su distribución geográfica potencial es restringida y a la fecha solo se registra en una población en una localidad; hay un marcado efecto de borde sobre la estructura poblacional y dificultades para su propagación. **Conclusiones.** Se propone a esta especie como prioritaria para la conservación por su distribución extremadamente localizada, la estructura poblacional afectada por procesos que están afectando su hábitat e iniciar el debate sobre la recategorización del nivel de amenaza actual. Es necesario que tomadores de decisiones introduzcan a *C. mutisii* en las agendas de investigación e inversión para adelantar estrategias de conservación *ex situ* e *in situ*.

Palabras clave: Sumapaz; IUCN; Maxent; Cundinamarca; Colombia

Abstract

The worrying situation of *Centronia mutisii* (Melastomataceae). Objective. Our study was intended to detail aspects of *Centronia mutisii* such as its distribution, population status and propagation, due to the anthropogenic pressure on its habitat which is restricted to a localized area in Cundinamarca and the District Capital, and because it is listed as a vulnerable species (VU) by the IUCN. **Materials and methods.** We identified the potential distribution of *C. mutisii* (niche modeling), assessed the conservation status of the population, and applied plant propagation *ex situ* management treatments. **Results.** The potential geographic distribution is restricted and until now a single population has been recorded in a locality. There is a marked edge effect on the population structure and propagation is difficult. **Conclusions.** We propose this species as a conservation priority due to its extremely localized distribution and population structure being affected by processes that affect its habitat, and also to begin a discussion on the reclassification of its current threat level. Decision makers should include *C. mutisii* in research and investment agendas to develop *in situ* and *ex situ* conservation strategies.

Key words: Sumapaz; IUCN; Maxent; Cundinamarca; Colombia

Resumo

***Centronia mutisii* (Melastomataceae) uma espécie em perigo crítico. Objetivo.** O presente estudo pesquisou aspectos do "Tuno Roso" (*Centronia mutisii*) tais como sua distribuição, estado populacional e propagação, devido à pressão em seu habitat, restrito num setor de Cundinamarca e do Distrito Capital, e por ser listada como uma espécie vulnerável (VU) de acordo com a IUCN. **Materiais e métodos.** Foi identificada a distribuição potencial de *C. mutisii* (modelagem de nicho), foi avaliado o estado de conservação da população e foram realizados tratamentos de propagação e gestão *ex situ*. **Resultados.** Os resultados indicam que sua distribuição geográfica potencial é restrita e na atualidade só registra-se uma população numa localidade; há um efeito de borda marcado na estrutura da população e dificuldades na

sua propagação. **Conclusões.** Esta espécie é proposta com prioridade para a conservação por sua distribuição extremamente localizada, por ter a estrutura da população afetada devido aos processos que afetam seu habitat e iniciar o debate sobre recategorização do nível de ameaça atual. É necessário que os tomadores de decisões tenham presente a *C. mutisii* nas agendas de pesquisa e investimento para promover estratégias de conservação *ex situ* e *in situ*.

Palavras-chave: Sumapaz, IUCN, Maxent, Cundinamarca, Colômbia

Introducción

En Colombia, la transformación y la destrucción de bosques, páramos, sabanas y zonas áridas han promovido el cambio de este uso a áreas agrícolas, ganaderas y urbanas. En especial los bosques más afectados por la presión colonizadora y con más altas tasas de deforestación son los ecosistemas de alta montaña. Se ha reportado que los mayores procesos de cambio de cobertura natural a transformada, entre 1985 y 2005, ocurrieron en el Oroboma Andino y Altoandino de la Cordillera Oriental (1). En especial para las áreas protegidas del Distrito Capital se estima que hay 9.209 ha de bosque andino de 26.544 ha potenciales (2).

Esta pérdida de biodiversidad causada por la fragmentación, la degradación y la pérdida del hábitat, la invasión de especies exóticas, la sobreexplotación de los recursos, la contaminación y el cambio climático (3-4) ha sido tan drástica, que diferentes especies y ecosistemas se encuentran cercanos de desaparecer, al igual que los servicios ecosistémicos asociados (5).

Para conocer este riesgo de extinción se han desarrollado diferentes técnicas que parten de la evaluación del estado de las especies, siguiendo los parámetros de categorización de la IUCN. Entre los criterios para determinar los niveles de amenaza se encuentran los relacionados con el tamaño y viabilidad poblacional, la rareza de la especie, el nivel de aislamiento en que se encuentran y el rango geográfico (área de extensión y de ocupación). Algunos de estos criterios se han utilizado para identificar diferentes especies amenazadas de Colombia (6). Entre éstos, la identificación del rango geográfico no es un aspecto fácil de determinar porque depende de la calidad de los registros biológicos, del conocimiento de la historia de vida de las especies y considerar las diferencias entre la extensión de presencia y de ocupación (7).

Para conocer la extensión de las especies se han adelantado diferentes estrategias, entre las cuales la modelación de nicho ecológico, que determina el espacio geográfico óptimo donde podría encontrarse determinado organismo, ha demostrado resultados aceptables (8). Este tipo de técnica se ha utilizado para determinar cambios en la distribución de especies debido al cambio climático (9-10), como herramienta en la toma de decisiones (11), para aproximarse a la extensión

de especies en el pasado (12-13), para identificar áreas potenciales de expansión de especies invasoras (14), para conocer amenazas en sistemas de salud (15) y como parte de procesos de planificación regional (16).

Otros aspectos relevantes al momento de evaluar el estado de una especie tienen que ver con la estructura poblacional y el hábitat en que se desarrolla. La alteración en la estructura poblacional puede llevar a la especie a la extinción, es así como las poblaciones compuestas por bajo número de individuos menores de 1 m de altura y superiores a los 5m puede disminuir potencialmente (17). Por su parte, el análisis de la producción de flores, frutos y semillas permite identificar algunos de los factores que limitan la reproducción y la supervivencia individual y que afectan la capacidad de regeneración en conjunto (18).

Uno de los grupos de plantas representativos de los ecosistemas andinos son de la familia Melastomataceae, donde se destacan las especies del género *Centronia* D. de la tribu Merianieae. Se reconocen 16 especies de *Centronia* distribuidas en Suramérica (Venezuela, Perú, Brasil y Ecuador), nueve de las cuales se encuentran en Colombia. Entre las especies de Colombia se registran: *C. brechycera*, *C. dicromata*, *C. eximia*, *C. haemantha*, *C. mutabilis*, *C. mutisii*, *C. ruizii*, *C. vaupesana* y *C. insignis*, dentro de éstas siete son endémicas (19).

Una de las especies arbóreas de los ecosistemas andinos, altamente amenazadas, es *Centronia mutisii* caracterizada por los tricomas rojizos que cubren ramas, peciolo, venas por el envés, inflorescencia y flores (hipantio y cáliz) (**Figura 1**), es endémica y restringida a un sector de la Cordillera Oriental, escasa o muy rara, presente en el interior y borde de los bosques andinos y cercanos a quebradas; y propuesta como una especie en nivel de amenaza crítico (CR) (20); aunque en bases nacionales e internacionales es reportada en categoría vulnerable (21). De acuerdo con lo anterior, este documento busca detallar aspectos ecológicos de *C. mutisii* que propicien su nominación como prioritaria para la conservación, con lo cual tomadores de decisiones contemplen la asignación de recursos para el desarrollo de estrategias *in situ* y *ex situ*, además de consolidar la información que conlleve la recategorización de su nivel de amenaza por parte de las entidades pertinentes



Figura 1. *Centronia mutisii*. a. Detalle de la hoja, b. Tricomas esponjosos y filamentosos de color rojizo, pétalos rojos en flor recién abierta y azules al madurar (Fotos: Mónica Acosta y Javier Garzón)

Materiales y métodos

Área de estudio

El trabajo de campo se realizó en la región de Sumapaz, entre los 3050 y 3075 m de altitud, dentro de un fragmento pequeño de bosque andino con pendientes muy fuertes, donde la regeneración natural es abundante por la continua caída de árboles.

En el interior del bosque, la vegetación acompañante se compone principalmente de especies como *Agrostis* sp., *Clusia multiflora*, *Chusquea scandens*, y con menor abundancia *Anthurium bogotense*, *Drymis grandensis* y *Weinmannia tomentosa*. El resto de especies en su mayoría son hierbas y arbustos. El estrato arbóreo está compuesto por cuatro especies y dominado por *Weinmannia tomentosa*, también se encuentra *Podocarpus oleifolius*, *Ocotea calophylla* y *Stiloceras* sp., especies de gran valor para la conservación; el estrato arbustivo presenta 10 especies, siendo las más abundantes *Chusquea scandens* y *Clusia multiflora*; el estrato herbáceo lo componen ocho especies con predominio de *Agrostis* sp. y plántulas de *Clusia multiflora*.

En el borde del bosque, la vegetación acompañante se compone principalmente de especies como *Rubus bogotensis*, *Miconia squamulosa*, *Holcus lanatus* y *Drymis grandensis*. El estrato arbóreo está compuesto principalmente por *Psidium* sp. El estrato arbustivo está compuesto por cinco especies todas con bajas abundancias como *Chusquea scandens*,

Drymis grandensis y *Miconia squamulosa*. El estrato herbáceo es el más diverso con 20 especies y dominado por *Rubus bogotensis*, *Holcus lanatus*, *Miconia squamulosa* y plántulas de *Drymis grandensis*.

La riqueza (índice de Margalef) es mayor en el borde del bosque y la diversidad es mayor en el interior del bosque que en el borde (índice de Simpson) (Tabla 1).

Tabla 1. Índices de diversidad y riqueza de la vegetación acompañante de *C. mutisii* en el interior y en la zona de borde del bosque.

Índice	Interior	Borde
Simpson (1-D)	0,8798	0,835
Margalef	2,607	4,247

La composición de especies acompañantes difiere entre la zona del interior y la zona del borde del bosque en un 39% (Coeficiente de Similitud de Jaccard).

Distribución geográfica potencial

Se utilizó la distribución potencial para determinar el área de extensión de la especie y como parte del proceso de

categorización propuesto por IUCN. Esta técnica se ha considerado apropiada porque puede ofrecer información más precisa al identificar el área en el que se encuentran las especies, en contraste con metodologías tradicionales (22-23).

Se recopilaron registros biológicos de los herbarios Nacional Colombiano (COL), del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (JBB) y del herbario forestal de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDBC), algunos de los cuales se obtuvieron de la búsqueda realizada en el sistema distribuido del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB) (24). Debido a que la mayoría de estos registros no poseían coordenadas geográficas, se georreferenciaron siguiendo la información de la localidad y se ubicaron por medio de gaceteros digitales.

Se modeló la distribución potencial de *Centronia mutisii* en las cuencas donde se encuentran registros de la especie, como son las subzonas hidrográficas de los ríos Negro y Gachetá (tributarios del Orinoco), y Sumapaz, Bogotá y Negro (tributarios del Magdalena), por encima de los 2000 m de elevación.

Para determinar la distribución potencial se usaron variables topográficas como elevación y pendiente procedentes de USGS (25) y variables climáticas como temperatura media anual, temperatura media diurna, precipitación anual e isothermalidad de la base Worldclim (26-27).

Fue empleado un algoritmo de máxima entropía para modelar la distribución potencial de *C. mutisii*. Los datos se ingresaron en el programa MaxEnt, el cual ha presentado resultados aceptables por los análisis que realiza y por no sobrestimar el área de distribución (28). Este software se basa en la interacción entre registros biológicos e información climática y topográfica, para determinar la distribución probable de una especie (8, 16).

Para evaluar y refinar la distribución resultante, se interceptó el resultado de la modelación con la capa de bosque andino del Mapa de Ecosistemas de los Andes colombianos (29). La representatividad en áreas protegidas (AP) es empleada como elemento para evaluar sistemas de reservas y para determinar de prioridades de conservación (30), para lo cual se utilizó el conjunto de AP en sus diferentes categorías (31).

Estructura de la población

Se seleccionaron dos individuos adultos de *C. mutisii* en el borde del bosque y otros dos al interior, a partir de los cuales se trazaron dos transectos de 30 x 4 metros para un

área de muestreo de 120m² por transecto. A lo largo de éstos se registró la altura y DAP de todos los individuos de *C. mutisii*. Se realizó una correlación de Spearman entre la altura y el DAP de los individuos registrados en campo para definir las categorías de clases de tamaño de la población.

Propagación

En la zona se colectaron 120 estacas de 30 a 40 cm de longitud, de las ramas secundarias terminales de la parte baja de la copa. A cada estaca se les efectuó un corte recto apical y un corte en bisel en la parte inferior (32).

La fase de propagación se realizó en el laboratorio y vivero experimental de la Subdirección Científica del “Jardín Botánico José Celestino Mutis” localizado en la ciudad de Bogotá D.C., a 2600 m de altitud.

Las estacas se distribuyeron en cuatro tratamientos (cada uno de 30 estacas) en los cuales se aplicó auxina Ácido Indolbutírico (AIB) en diferentes concentraciones: T0 (Control – sin aplicación de auxina), T1 (0,5%), T2 (1%) y T3 (1,5%). La auxina se aplicó por el método de inmersión, introduciendo la estaca en la solución por 10 segundos. Cada estaca fue plantada en una mezcla de tierra, turba y cascarilla de arroz en proporción 3:1:1, en bolsas plásticas marcadas. El crecimiento, sobrevivencia y estado fitosanitario fue evaluado mensualmente.

Además se colectaron nueve plántulas con la porción de suelo circundante y se depositaron en hidrotenedor hasta su trasplante en el Jardín Botánico José Celestino Mutis. Luego se sembraron en una mezcla de tierra, turba y cascarilla de arroz en proporción 3:1:1. Mensualmente se registró la altura en centímetros y el número de hojas de las plántulas.

Para determinar la tasa de crecimiento relativo de los explantes trasplantados utilizamos la fórmula:

$$TC = \frac{M_{t-1} - M_t}{t} \quad (1)$$

Donde: M_t = altura, M_{t-1} = altura anterior, t = tiempo transcurrido en meses.

Resultados

Distribución geográfica potencial

En total se compilaron 14 registros biológicos entre colecciones biológicas e información de campo, correspondientes a seis localidades, que se distribuyen en el sector suroccidental del departamento de Cundinamarca

Tabla 2. Registros biológicos reportados para *Centronia mutisii*

<i>Sitio</i>	<i>Longitud</i>	<i>Latitud</i>
San Fortunato	-74,299980	4,448252
Alto San Miguel	-74,313050	4,446020
Camino de paramo	-74,383247	3,990911
Cerca a Hoyerias, en selva	-74,390781	3,941181
Entre Puebloviejo y Hoyerias en selva primitiva	-74,407964	3,951782
Alto San Miguel	-74,313050	4,446020
Lagunillas	-74,330244	3,986186
La Pasca hacia Sumapaz	-74,263672	4,239722
Sumapaz	-74,331108	3,994522
Finca El Guamo	-74,331468	3,994630
Finca El Guamo	-74,331153	3,995914
Lagunillas	-74,331036	3,994874
Lagunillas	-74,331036	3,994829
Lagunillas	-74,331477	3,994630

y del Distrito Capital (**Tabla 2**). Es importante aclarar que el 60% de los registros son décadas pasadas, y que los recientes corresponden a solo un sector en Sumapaz. Sin embargo, para el modelo se descartó un registro reportado para el municipio de Guasca, ya que no hay certeza en su determinación taxonómica y no presenta los caracteres diagnóstico de la especie. En total se usaron siete registros como entrenamiento del modelo y seis para su validación.

La modelación con MaxEnt arrojó un valor de área bajo la curva (AUC) igual a 0,916 para los datos de entrenamiento. El valor umbral de presencia mínima para los registros de entrenamiento fue 0,515. Las variables ambientales que más contribuyeron en los modelos, según el test de Jackknife que realiza el programa, son Isotermalidad y el rango de temperatura anual (AUC entrenamiento=0,916, AUC validación=0,897, valor umbral=0,515; $p=2,04 \times 10^{-5}$; porcentaje de área predicha = 16,5%; desviación estándar=0,003)

La distribución resultante del valor de presencia mínima se cruzó con el área que corresponde al ecosistema de bosque andino según el Mapa de Ecosistemas de los Andes colombianos. Se estimó finalmente que *C. mutisii* podría extenderse en 431 km² (**Figura 2**).

Interceptando esta distribución con las áreas protegidas de orden local, regional y nacional se encontró que

potencialmente un 11% de su extensión estaría bajo áreas como La Mistela, Cuchilla Peñas Blancas, Cuchilla El Chuscal, Peñas del Aserradero, y Salto de Tequendama y Cerro Manjui.

Estructura poblacional

Clases de tamaño. Se presentó una correlación de Spearman alta (0,96; $n=58$) entre la altura de los individuos y el DAP. Se seleccionó la altura de los individuos para determinar cinco categorías de clases de tamaño: 1) 0-0,5 m (plántulas), 2) 0,51-2 m (juveniles), 3) 2,1-4 m (adultos), 4) 4,1-10 m (adultos), 5) >10 m (adultos).

De acuerdo con los resultados de la prueba G ($G=44,24$; $g.l=4$; $\chi^2=9,488$; $\alpha=0,05$) la distribución de los individuos en las clases de tamaño es diferente para cada uno de los sitios de muestreo (borde – interior bosque).

En la zona del interior del bosque se encontró mayor cantidad de individuos plantulares y juveniles, mientras que en la zona de borde, en donde la cantidad de individuos de *C. mutisii* es muy baja, la mayoría de los individuos son adultos (**Figura 3**).

Se observó en el interior del bosque una capacidad de rebrote de *C. mutisii*, por lo que es posible que muchos juveniles

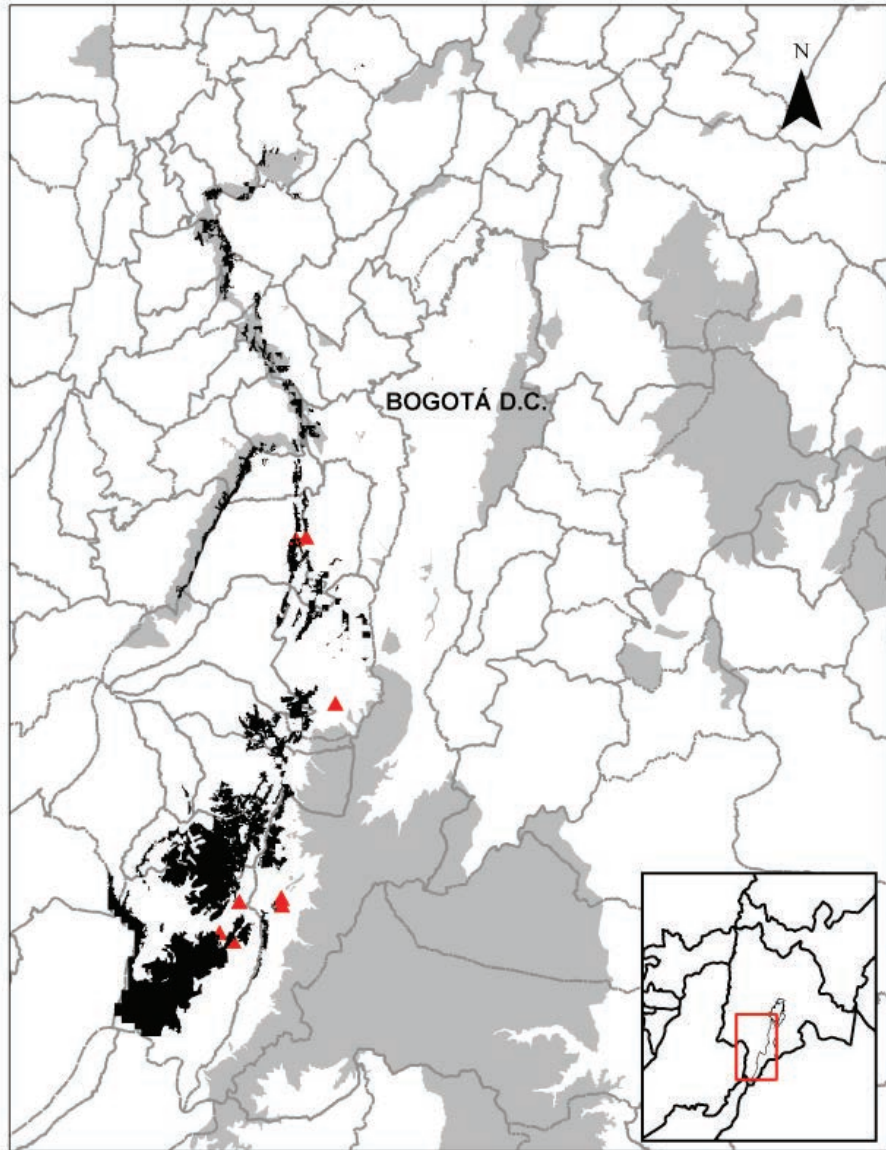


Figura 2. Distribución potencial *Centronia mutisii* (negro) en Cundinamarca, registros de herbario y campo (triángulos), áreas protegidas (gris oscuro).

correspondan a rebrotes. En zonas abiertas hacia el borde del bosque la cantidad de plántulas disminuye drásticamente. Unos pocos individuos adultos de más de 3 metros de altura estaban florecidos, con flores tanto moradas como rosadas, durante la época de muestreo (mes de septiembre), mostrando un período reproductivo de la especie que puede tenerse en cuenta para trabajos posteriores.

El estado fitosanitario de los individuos tanto en la zona de borde como del interior del bosque no mostraron herbivoría ni ataque de patógenos, lo cual muestra que la población se encuentra en aceptable estado fitosanitario.

Propagación

El tamaño promedio de los esquejes colectados fue de $32,6 \pm 5,9$ cm, y el diámetro promedio de $0,76 \pm 0,18$ cm. Ninguno de los esquejes presentó rebrotes.

Las plántulas colectadas al interior del bosque presentaron un incremento de $6 \pm 2,9$ cm en los seis meses de seguimiento y formación de hojas (**Figura 4**).

Aunque se observan medias diferenciales para cada uno de los meses, no se encontraron diferencias significativas entre

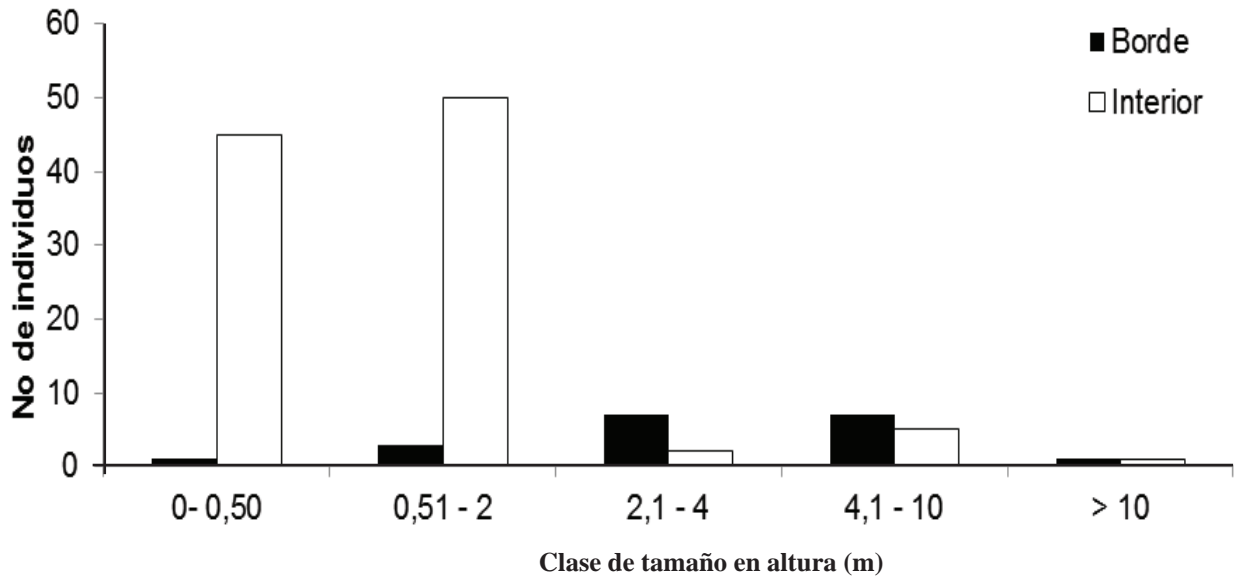


Figura 3. Estructura de la población de *Centronia mutisii* en el borde y en el interior del relicto de bosque

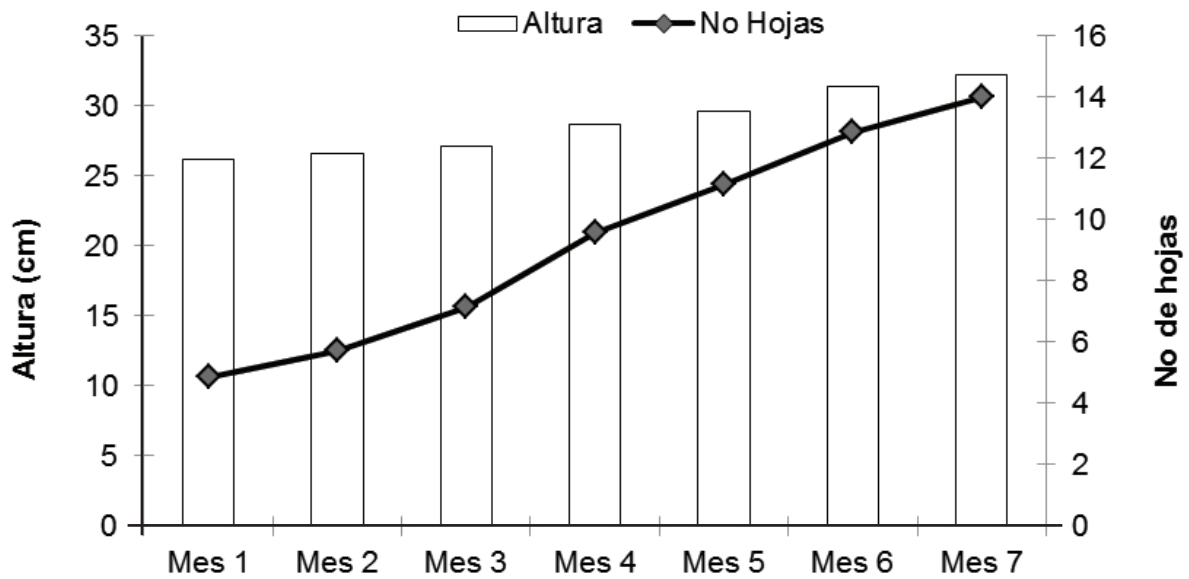


Figura 4. Altura inicial y final y número de hojas promedio de las plántulas de *Centronia mutisii*

la tasa de crecimiento entre las plántulas, ni entre los meses ($p=0,404$; $g.l=43$; $F=1,05$; $n=44$). La tasa de crecimiento promedio fue de $1,09 \pm 1,4$ cm/mes.

El número de hojas aumentó mensualmente en la mayoría de las plántulas, en promedio el número inicial de hojas fue de 5 ± 2 al momento del transplante, seis meses después el promedio llegó a 14 ± 9 hojas. No se encontraron diferencias

significativas en el incremento mensual de hojas, ni entre plántulas ($p=0,758$; $g.l=43$; $F=0,52$; $n=44$).

Discusión

El modelado de la distribución potencial de especies puede ser considerada como una técnica apropiada para aplicar en

los criterios geográficos de la IUCN, similar a lo sugerido por (22-23). Sin embargo, es importante tener presente que su aplicabilidad no puede extenderse a todas las especies, ya que debe considerarse el número de registros disponibles y características como su restricción geográfica. En especies con pocos registros o de amplia distribución es necesario refinar la técnica porque los resultados podrían reflejar sobreestimaciones, que conllevarían a errores en la toma de los criterios de amenaza.

La constante transformación del bosque andino y la distribución estimada muestran que la especie se encuentra bajo gran presión por la disminución de las zonas óptimas para su desarrollo. En el Distrito Capital su distribución es mínima por lo que es importante adelantar trabajos de campo que verifiquen su presencia.

En otros trabajos de modelado y conservación se reportó baja representatividad de especie amenazadas en reservas (33-34), parecido a lo encontrado para *Centronia mutisii* en donde su distribución potencial coincide con alrededor de seis áreas de protección. Por esto es necesario verificar la presencia de la especie en estas áreas, adelantar monitoreos, y establecer indicadores de evaluación sobre la efectividad de protección de las mismas.

A pesar de la fragilidad de esta especie, la población de *C. mutisii* ubicada en la zona de Sumapaz presenta individuos de las diferentes clases de tamaño. La mayor cantidad de plántulas se encuentran en el interior del bosque; sin embargo es posible que muchas de estas correspondan a rebrotes vegetativos, ya que se observó una gran capacidad de regeneración en esta especie.

En general, la estructura de la población mostró la forma de J invertida típica de las poblaciones de árboles del bosques del neotrópico tolerantes a la sombra, es decir especies de etapas sucesionales tardías (35), en la que la mayoría de los individuos corresponden a plántulas y juveniles que pueden estar garantizando la permanencia de la especie por una continua regeneración. No obstante, se observa una gran disminución en el número de adultos indicando que puede estar ocurriendo un evento de mortalidad entre el paso de juvenil a adulto, por lo que se considera la etapa crítica en el mantenimiento de la especie.

Aunque la población presenta individuos en todas las clases de edad, hecho que puede indicar una dinámica sucesional apropiada para su mantenimiento a futuro, es evidente la diferencia entre el número de individuos que se encuentran en el borde y al interior del relicto de bosque. Este es un claro ejemplo del efecto de la fragmentación y de la fragilidad de la especie ante los cambios generados por los bordes porque no proporcionan los requerimientos suficientes,

siendo una especie umbrófila, con necesidad de humedad y temperatura específica.

En cuanto a la propagación de la especie existe gran dificultad en la recolección de semillas, dado que no se conoce la fenología de la especie y no se pudo obtener semillas durante la época del muestreo para evaluar este método. Según las observaciones hechas en campo, la regeneración vegetativa es bastante efectiva, ya que se encuentra gran cantidad de rebrotes especialmente en claros naturales. Sin embargo en condiciones de invernadero no rebrotó ninguno de los esquejes colectados, convirtiendo a la propagación vegetativa en una estrategia poco efectiva con los tratamientos aplicados, se sugiere realizar otros tratamientos para lograr rebrotes y enraizamiento, y vale la pena realizar esfuerzos de recolección de semillas, ya que *C. brachycera* muestra un alto porcentaje de germinación (36).

La estrategia más efectiva fue el rescate de plántulas y su mantenimiento en condiciones de invernadero, ya que durante los seis meses de seguimiento presentaron un buen porcentaje de sobrevivencia (80%), y lograron crecer y aumentar su número de hojas bajo condiciones controladas. Aunque la tasa de crecimiento puede variar mes a mes, en promedio el crecimiento de estas plántulas fue de aproximadamente 1 cm/mes, lo cual indica que puede alcanzar alturas considerables en poco tiempo y que a pesar de ser una especie de sucesión tardía, en condiciones controladas puede obtenerse un crecimiento aceptable. A pesar de esto debe realizarse un seguimiento por períodos de tiempo más largos, ya que como se observó en la estructura poblacional puede existir una etapa crítica cuando superan los 2 m de altura. El rescate de plántulas puede ser considerado como último recurso para la conservación de especies, cuando la destrucción del hábitat es inminente (37). Es importante tener en cuenta que este método puede disminuir la variabilidad genética, por lo cual se recomienda realizar el seguimiento fenológico de la especie y lograr la recolección y propagación de semillas.

Es prioritario realizar más investigaciones en torno a esta especie, el área donde se encuentra puede ser vital para su conservación, además de diseñar planes que permitan su preservación como la inclusión de su zona de distribución dentro de áreas protegidas. Por otra parte al ser esta especie catalogada como en peligro crítico puede ser útil como especie sombrilla, ya que al lograr la protección de esta única población conocida actualmente, no solo contribuye al mantenimiento de la misma, sino de otras que se encuentran en esta zona. Se ha reportado que la protección explícita de especies amenazadas proporciona

protección adecuada a más de 90% de las especies aun no consideradas en peligro (38)

De acuerdo con la propuesta realizada para el grupo taxonómico de *Centronia* (19), además del área de extensión estimada, su presencia actual reportada para sólo una localidad, la disminución continua de su área y la calidad de hábitat, y encontrarse aislada la ubican como una especie con un alto riesgo de extinción (39). Se consideramos clave adelantar estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* como la propagación por medio de plántulas que se ha iniciado en Jardín Botánico de Bogotá “José Celestino Mutis.” Además es relevante propiciar el debate para aumentar el nivel de amenaza actual de la especie (vulnerable a crítico), a partir de la información presentada, datos de otras comunicaciones y la participación de expertos.

Es importante que entidades como la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y tomadores de decisiones municipales, donde hay mayor probabilidad de encontrar la especie como: Bogotá D.C., Cabrera, Fusagasuga y Sibaté, además de Albán, Anolaima, Arbeláez, Bojacá, Cabrera, El Colegio, Facatativa, Granada, La Vega, Pasca, San Antonio del Tequendama, San Bernardo, San Francisco, Sasaima, Sylvania, Soacha, Tena, Tibacuy, Venecia, Viotá y Zipacón propicien el establecimiento de áreas protegidas y formular planes regionales que contribuyan con el adecuado uso, manejo y conservación del Tuno rojo (*C. mutisi*) y otras especies andinas.

Agradecimientos

A los propietarios de la reserva en la región de Sumapaz por permitir el acceso, a Liz Ávila por su colaboración en campo, a Jesús Larrota por el cuidado y mantenimiento del material vegetal, a Vilma Jaimés y Loretta Roselli por sus aportes en el documento. En general a la Subdirección Científica del Jardín Botánico “José Celestino Mutis” por su apoyo logístico.

Financiación

Esta investigación se enmarca en el proyecto de inversión 2006 “Conservación de la flora de bosque andino y páramo del Distrito Capital y la región” del Jardín Botánico “José Celestino Mutis” de la ciudad de Bogotá.

Conflictos de intereses

Los autores no reportamos conflicto de intereses alrededor de este trabajo.

Referencias

1. Cabrera E, Ramírez D. Estado actual y cambio en los ecosistemas de los Andes Colombianos: 1985-2005. En: Armenteras, D, Rodríguez, N. Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: Síntesis y perspectivas. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 2007: 39-63
2. Armenteras D, Franco C, Cadena-Vargas C. 2009. *Determinar los patrones espaciales de distribución, extensión, pérdida, fragmentación y representatividad del bosque de niebla en las áreas de conservación del Distrito Capital*. Informe Final. Universidad Nacional de Colombia, Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá.
3. Franco A, Hill J, Kitschke C, Collingham Y, Roy D, Fox R, Huntley B, Thomas C. Impacts of climate warming and habitat loss on extinctions at species' low-latitude range boundaries. *Global Change Biology* 2006; **12**: 1545-1553
4. PNUMA. *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2007, 540 p.
5. MEA, Millennium Ecosystem Assessment. *Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press, Washington DC. 2005, 400 p.
6. Calderón E. *Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 6: Orquídeas. Primera parte*. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt – Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2007, 828 p.
7. Gaston KJ, Fuller RA. The sizes of species' geographic ranges. *Journal of Applied Ecology* 2009; **46**: 1-9.
8. Phillips S, Anderson R, Schapire RE. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 2006; **190**: 231-259
9. Anciaes M, Peterson T. Climate change effects on neotropical manakin diversity based on ecological niche modeling. *The Condor* 2006; **108**:778-791
10. Araujo M, Thuiller W, Pearson RG. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography* 2006; **33**: 1712-1728
11. Anderson R, Martínez-Meyer E. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (Heteromys) of Ecuador. *Biological Conservation* 2004; **116**: 167-179
12. Bonaccorso E, Koch I, Peterson T. Pleistocene fragmentation of Amazon species' ranges. *Diversity and Distributions* 2006; **12**: 157-164

13. Nogués-Bravo D, Rodríguez J, Hortal J, Batra P, Araujo M. Climate Change, Humans, and the extinction of the woolly mammoth. *PLoS Biol* 2008; **6**(4): e79
14. Broennimann O, Treier UA, Muller-Scharer H, Thuiller W, Peterson AT, Guisan A. Evidence of climatic niche shift during biological Invasión. *Ecology Letters* 2007; **10**: 701–709
15. Neerinckx S, Peterson AT, Gulinck H, Deckers J, Kimaro D, Leirs H. Predicting potential risk areas of human plague for the western usambara mountains, Lushoto district, Tanzania. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 2010; **82**(3):492-500
16. Urbina-Cardona JN, Flores-Villela O. Ecological-niche modeling and prioritization of conservation-area networks for Mexican herpetofauna. *Conservation Biology* 2010; **24**(4): 1031-1041
17. Godínez-Álvarez, H.; Jiménez, M.; Mendoza, M.; Pérez, F.; Roldan, P.; Ríos-Casanova, L. y Lira, R. 2008. Densidad, estructura poblacional, reproducción y supervivencia de cuatro especies de plantas útiles en el valle de Tehuacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:393-403.
18. Pereira HM, Cooper HD. Towards the global monitoring of biodiversity change. *Trends in Ecology & Evolution* 2006; **21**(3):123-129
19. Lozano G. y N. Becerra de Lozano. Notas sobre Centonia (Melastomataceae) en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 1999; **23**: 79-83
20. Mendoza H. Revisión taxonómica del género “Centronia D. Don” y evaluación de su estatus en la tribu Merianieae (Melastomataceae). **Trabajo de Grado de Maestría**. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2009
21. IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.3. www.iucnredlist.org Consultado en Junio de 2010
22. Sergio C, Figueira R, Draper D, Menezes R, Sousa AJ. Modelling bryophyte distribution based on ecological information for extent of occurrence assessment. *Biological Conservation* 2007; **135**: 341-351.
23. Feria Arroyo T, Olson M, Garcia-Mendoza A, Solano E. A GIS-based comparison of the Mexican National and IUCN methods for determining extinction risk. *Conservation Biology* 2009; **23**(5): 1156–1166
24. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). Sistema distribuido de datos.<http://www.siac.net.co/sistemadistribuido/template/nodo.jsp>. Consultado en Mayo de 2010
25. USGS, U.S. Geological Survey. <http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro>. Consultado 25 de noviembre de 2010
26. Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 2005; **25**: 1965-1978
27. Worldclim. Global climate data. <http://www.worldclim.org>. Consultado 25 de noviembre de 2010
28. Elith J, Graham C, The Nceas Species Distribution Modelling Group. Novel methods improve prediction of species’ distributions from occurrence data. *Ecography* 2006; **29**, 129–151.
29. Rodríguez N, Armenteras D, Morales M, Romero M. *Ecosistemas de los Andes colombianos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 2004
30. Awimbo, J.A., Norton, D.A., Overmars, F.B. An evaluation of representativeness for nature conservation, Hokitika ecological District, New Zealand. *Biological Conservation* 1996; **75**:177-186
31. Vásquez V, Serrano M. *Las áreas naturales protegidas de Colombia*. Conservación Internacional – Colombia y Fundación Biocolombia. Bogotá. 2009. 696 pp.
32. Wolffhugel G. Evaluación del estado de micorrización en *Vallea stipularis* L. y *Hesperomeles goudotiana* K. y efecto de la aplicación de micorrizas arbusculares. En: Vargas O, Grupo de restauración ecológica. Restauración ecológica del bosque altoandino, estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del embalse de Chisacá, Bogota D.C. 2007
33. Marini MA, Barbet-Massin M, Martinez J, Prestes NP, Jiguet F. Applying ecological niche modelling to plan conservation actions for the Red-spectacled Amazon (*Amazona pretrei*). *Biological Conservation* 2010; **143**: 102–112
34. Alfonso-Moreno RA, Cadena-Vargas CE, Morales G, Peña N, Pérez B. Conservación integral de *Dicksonia sellowiana* Hook., en Bogotá D.C. y su área de influencia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 2011; **35** (134): 79-96
35. Santos Júnior A. Análise de populações de *Sterculia apetala* em diferentes cenários de manejo da paisagem e sua influência no oferecimento futuro de habitat reprodutivo para *Anodorhynchus hyacinthinus* no Pantanal. **Tese Doutorado em Ecologia**. Universidade de Brasília, Brasília. 2010.

36. León O.A. 2011. Identificación y caracterización de fuentes semilleras de *Ilex kunthiana* y *Centronia brachycera*, y reintroducción de plántulas de *Prunus buxifolium*. Informe Final. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá.
37. Wendelberger K, Fellows M, Maschinski J. Rescue and restoration: Experimental translocation of *Amorpha herbacea* walter var. *crenulata* (Rybd.) Isley into a novel Urban Habitat. *Restoration Ecology* 2008; **16**(4): 542-552.
38. Drummond S, Wilson K, Meijaard E, Watts M, Dennis R, Christy L, Possingham H. Influence of a threatened-species focus on conservation planning. *Conservation Biology* 2009; **16**(1): 88-93
39. Ewers, RM, Didham RK. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 2006; **81**(1): 117-142