

Estructura poblacional de *Weinmannia rollottii*, en la Cuenca alta del río Pasto, Nariño

Structure population of Weinmannia rollottii, in the upper basin of the river Pasto, Nariño

Samia del Mar Yela-Lara¹  & Aida Elena Baca-Gamboa² 

1 Departamento de Recursos Naturales y Sistemas Agroforestales, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

2 Departamento de Biología, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

samiadelmar@udenar.edu.co, aidaebaca@gmail.com

Fecha de recepción: 2/01/2024

Fecha de aceptación: 12/06/2024

Resumen

Weinmannia rollottii Killip es una especie característica de bosque altoandino y empleada con fines maderables y dendroenergéticos, lo que ha llevado a una disminución de la población. Por ello, se evaluó la estructura poblacional de *W. rollottii* en el sector sur-oriental de la Cuenca Alta del Río Pasto. Se identificaron sitios con presencia de la especie en bosque denso y bosque fragmentado. En cada tipo de cobertura se establecieron 10 unidades de muestreo, cada una de 20 x 30 m, para un total de 20 transectos. En cada transecto, se censaron los individuos de la especie y se registró altura y DAP; con esta información, se determinó densidad poblacional, estructura según las categorías de desarrollo y patrón de distribución espacial. Para densidad poblacional, se registró un mayor valor en bosque denso (0,056 ind/m²). La estructura poblacional según las categorías de desarrollo, el número de individuos fue mayor en los estados de desarrollo latizal y fustal, con un patrón espacial agregado. Por tanto, estos atributos ecológicos demuestran que las actividades de extracción en bosque fragmentado son un riesgo potencial para las plántulas y brinzales; lo que podría tener implicaciones significativas en términos de regeneración y persistencia poblacional.

Palabras claves: Atributos ecológicos, curva de crecimiento, declive poblacional, especie de uso sostenible, heliófita.

Abstract

Weinmannia rollottii Killip is a characteristic species of high Andean forest and used for construction and firewood purposes, which has led to a decrease in its population. Therefore, the population structure of *W. rollottii* in the south-eastern sector of the upper basin of the Pasto River was evaluated. We identified sites with presence of the species in dense forest and fragmented forest. In each type of coverage 10 sampling units, each 20 x 30 m, were established for a total of 20 transects. In each transect, individuals of the species were counted and height and DAP were recorded; with this information, population density, structure according to development categories and spatial distribution pattern were determined. For population density, a higher value was recorded in dense forest (0.056 ind/m²). The population structure according to the categories of development, the number of individuals was greater in the states of latizal and fustal development, with an added spatial pattern. Therefore, these ecological attributes demonstrate that extraction activities in fragmented forest are a potential risk for seedlings and seedlings; which could have significant implications in terms of regeneration and population persistence.

Key words: Ecological attributes, growth curve, heliophyte, population decline, species of sustainable use.

Introducción

En Colombia, los bosques andinos y altoandinos representan el 29% de la flora total, y comprende más de 200 familias, 1.800 géneros y 10.000 especies de plantas (Victorino 2012). En la franja altoandina localizada entre 3000-3200m, las comunidades incluyen bosques altos dominados por especies de los géneros *Weinmannia* (encenillos), *Hesperomeles* (mortiños), *Clethra* y *Escallonia* (Rangel-Ch 2002). Sin embargo, el acelerado proceso de deforestación ha generado una matriz espacial con mosaicos, fragmentos o parches de vegetación que dificultan la conectividad entre ecosistemas naturales

(Lozano-Botache *et al.* 2011, Velasco-Linares & Vargas 2008). La modificación y cambios de los patrones de uso del suelo y de las coberturas conduce a la pérdida de la continuidad de hábitats, alteraciones tanto en el ambiente físico como en el ecológico, especialmente en el funcionamiento y estructura de las poblaciones y comunidades de plantas y animales (Navarro *et al.* 2015) que pueden derivar en extinciones y descensos en poblaciones silvestres y homogeneización en la composición de especies (López-Gallego 2015).

En el caso de las plantas con flor, la fragmentación del hábitat es una de las principales causas de interrupción

funcional en las interacciones planta-animal ([García & Chacoff 2007](#)), porque influye en la polinización realizada por animales ([Aguilar et al. 2006](#)), alterando los tamaños poblacionales y algunos componentes del éxito reproductivo ([Álvarez et al. 2007](#)). Igualmente, se limita la dispersión de semillas que pueden afectar estados demográficos posteriores como el establecimiento de las plántulas ([Herrera & García 2010](#)). Por otro lado, el cambio climático ha dado lugar a que las especies se adapten a nuevas condiciones climáticas, presentándose alteraciones en las fases fenológicas y/o cambios en la distribución de las especies en áreas con condiciones adecuadas ([Klapwijk & Lewis 2008](#)).

Por tanto, las presiones de tipo antrópico afectan las coberturas naturales y ponen en riesgo especies de flora y/o fauna ([Parques Nacionales Naturales de Colombia 2015](#)). Ante este panorama, en los bosques andinos, hoy en día se plantea el monitoreo como una actividad importante en la conservación de la biodiversidad y en la biología de la conservación ([Marsh & Trenham 2008](#), [Schmeller 2008](#)).

Por ello, la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas permite enfocar proyectos de monitoreo a nivel de especies de interés en conservación según se consideren representativas (e.g. sombrillas, indicadoras, carismáticas), amenazadas, para uso sostenible o invasoras ([López-Gallego 2015](#)). Al respecto, en el Plan Territorial de Adaptación Climática para el departamento de Nariño se determinaron 49 especies valor objeto de conservación pertenecientes a cinco grupos taxonómicos: aves, mamíferos, reptiles, anfibios y plantas ([Guevara et al. 2016](#)). Dentro de estas especies vegetales se encuentra *Weinmannia rollottii* Killip, considerada para el Santuario de Fauna y Flora Galeras como una especie indicadora del estado de conservación del ecosistema ([Parques Nacionales Naturales de Colombia 2015](#)).

En la región andina nariñense, el encino – *W. rollottii* es una especie empleada para elaborar postes de cercas,

mangos de herramientas, así como combustible (leña y carbón) y para la construcción de viviendas ([Corporación Autónoma Regional de Nariño 2008](#), [Lara 2012](#)). Sumado a lo anterior, esta especie presenta una baja producción de flores, frutos y semillas; lo que posiblemente este asociado a la variabilidad climática ([Lara 2012](#)). Por lo tanto, se puede considerar como una especie con potencial de uso sostenible y de interés en conservación; que requiere planes de manejo para garantizar la viabilidad a largo plazo de sus poblaciones mientras se sostiene algún nivel de uso ([López-Gallego 2015](#)). A pesar de la importancia de *W. rollottii* como especie de uso sostenible en los bosques altoandinos, existe escasa información respecto a sus atributos biológicos y aspectos ecológicos relacionados con la distribución geográfica de las poblaciones, cantidad o calidad de hábitat, abundancia, estructura y dinámica poblacional, que permitan caracterizar la viabilidad de la especie ([López-Gallego 2015](#)).

Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la estructura poblacional de *Weinmannia rollottii* Killip, en localidades del sector sur-oriental de la Cuenca Alta del Río Pasto, municipio de Pasto, estos resultados permitirán a los entes institucionales y a la comunidad local tomar decisiones para la conservación de esta especie, intensificar acciones de protección en sus hábitats naturales y elaborar planes de monitoreo específicos, así como la posibilidad de replicar este estudio en especies amenazadas o con escasa información sobre su estado biológico.

Materiales y métodos

Área de estudio

Este estudio se realizó al sur oriente del Departamento de Nariño, en la subzona Río Pasto Alto, del sector río Pasto Alto – Alto, en los corregimientos de la Laguna, Buesaquillo, Cabrera y San Fernando, que posee un área de 6.073,89 ha (figura 1).

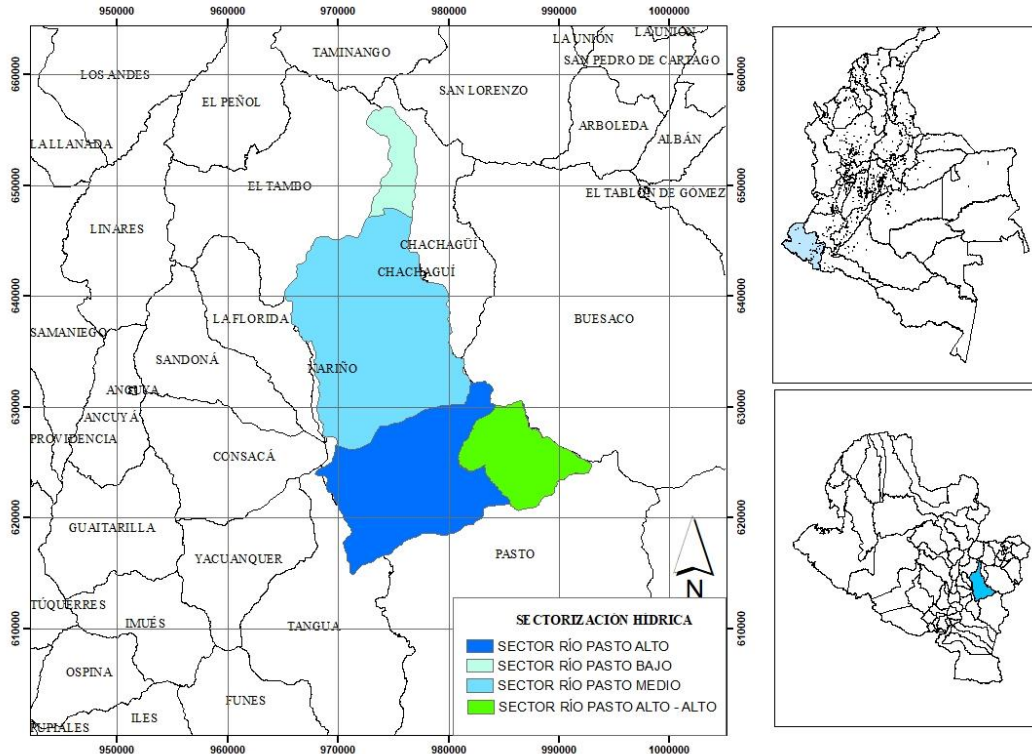


Figura 1. Sector Río Pasto Alto – Alto, Cuenca del Río Pasto.

Metodología de campo

Empleando un mapa de cobertura de suelo del año 2018, se determinaron áreas de bosque denso y fragmentado y mediante recorridos de campo se identificó la presencia de individuos de *W. rollottii*. Para evaluar los atributos ecológicos de la especie, en cada tipo de bosque (denso y fragmentado) se establecieron de forma aleatoria 10 transectos, cada uno de 20 x 30 m, para un total de 20 unidades de muestreo, con un área total por tipo de cobertura de 0,6 ha. En la demarcación de los transectos se tuvo en cuenta los siguientes criterios: localidades en donde fueron georreferenciados individuos de la especie (en salidas de campo previas al muestreo se registró la ubicación de individuos en los dos tipos de cobertura); áreas con posibilidad de acceso físico (es decir, áreas que permitieran la delimitación de las parcelas sin necesidad de despejar caminos, procurando minimizar el impacto sobre la vegetación); distanciamiento entre transectos de 20 metros y microcuencas que abastecen acueductos veredales; cada transecto fue georreferenciado y delimitado con fibra de polietileno (Gómez 2010).

Evaluación de estructura poblacional

Para la evaluación de los individuos de *W. rollottii* en las 20 unidades de muestreo se definieron las siguientes categorías de estado de desarrollo y tamaño de los individuos, de acuerdo con la propuesta ajustada de Barreto-Silva *et al.* (2018): Plántula (individuos con altura entre 0,1 – 30 cm), brinzal (individuos con DAP <

2,5 cm y altura $\geq 0,3$ m), latizal (individuos con DAP $\geq 2,5$ y > 10 cm), fustal (individuos con DAP ≥ 10).

Densidad poblacional

Para la Densidad poblacional se realizó un conteo por transecto (Martella *et al.* 2012). La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada, de acuerdo a la siguiente ecuación (1) (BOLFOR *et al.* 2000):

$$D = \frac{N}{A} \quad \text{Ecuación 1}$$

Estructura poblacional según las categorías de desarrollo

Con la información de número de individuos de acuerdo a las categorías de desarrollo se determinó la distribución en histogramas de frecuencias de abundancias (López-Gallego 2015).

Patrón de distribución de la especie

El patrón de distribución de la especie, se calculó a partir del índice de dispersión de Morisita (I_d) según la siguiente ecuación (2) (Cabrera & Wallace 2007):

$$I_p = n \left(\frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \right) \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

n = número total de parcelas.

$\sum x$ = suma de las especies en cada parcela

$\sum x^2$ = suma de los cuadrados del número de especies en cada parcela.

También se calcularon los dos valores críticos (μ , μ_c) para el índice de Morisita y el índice de estandarización de Morisita (I_p) con valores en rangos de -1 a $+1$ (con 95% de límites de confianza), donde un $I_p = 0$ muestra distribución aleatoria, $I_p > 0$ distribución agregada e $I_p < 0$ una distribución uniforme (Cabrera & Wallace 2007).

Análisis de datos

En esta investigación, los datos obtenidos de estructura de *W. rollottii* en los dos tipos de cobertura, se compararon mediante la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney, debido a que los datos no presentaron una distribución normal.

Resultados

En la cuenca alta del río Pasto, se registró la especie *W. rollottii* en un rango altitudinal entre los 2944 y 3399 m.s.n.m. El 99% de los individuos se hallaron por encima

de los 3001 m.s.n.m, y de estos, el 67.30% estaban concentrados entre los 3101 a 3200 m.s.n.m. La altitud por encima de los 3201 m.s.n.m. albergó el 16.39% de los individuos, los cuales se caracterizaron por ser de porte bajo.

Densidad poblacional

En bosque denso se registró una densidad promedio de 0.056 ind/m², mientras que en bosque fragmentado fue de 0.028 ind/m². Según la prueba de U de Mann-Whitney, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de cobertura evaluados ($U = 0.3840$, $p > 0.05$). Sin embargo, al revisar los valores de densidad en los transectos de cada tipo de bosque (tabla 1), se observa una tendencia de los valores más altos en bosque denso.

Tabla 1. Densidad poblacional de *Weinmannia rollottii* Killip por transecto en bosque denso y fragmentado, sector Río Pasto Alto – Alto, de la cuenca alta del río Pasto.

Transecto	Abundancia		Densidad	
	Bosque denso	Bosque Fragmentado	Bosque denso (ind/m ²)	Bosque Fragmentado (ind/m ²)
1	9	4	0.02	0.01
2	3	6	0.01	0.01
3	13	19	0.02	0.03
4	5	1	0.01	0.002
5	20	5	0.03	0.01
6	11	28	0.02	0.05
7	75	26	0.13	0.04
8	102	10	0.17	0.02
9	25	53	0.04	0.09
10	74	16	0.12	0.03
	Densidad promedio		0.056	0.028

muestreo diciembre 2019 - enero 2020

Distribución de abundancias según los estados de desarrollo

En los 20 transectos evaluados (12000 m²), ubicados en coberturas naturales de bosque denso y bosque fragmentado, se registraron 505 individuos, 337 en bosque denso y 168 en bosque fragmentado. En la figura 2 se indican las abundancias de individuos evaluados en los cuatro estados de desarrollo presentes tanto en el bosque denso como en bosque fragmentado. En ambos tipos de cobertura, la población se concentró en los estados de desarrollo latizal.

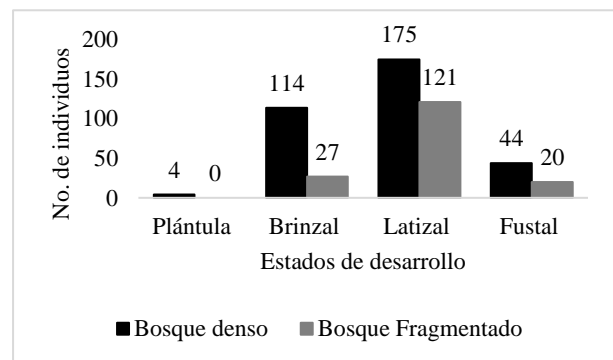


Figura 2. Abundancias según los estados de desarrollo de *Weinmannia rollottii* Killip en bosque denso y fragmentado, sector río Pasto Alto – Alto de la cuenca alta del río Pasto.

El crecimiento de la población en función a su estructura poblacional, presenta una curva de crecimiento en forma de campana (figura 3).

Patrón de distribución

Según el índice de dispersión estandarizado de Morisita (I_p), la población de *W. rollottii* presentó un patrón espacial agregado para los individuos hallados tanto en bosque denso (valores entre 0.52 y 1), como en bosque fragmentado (valores entre 0.52 y 0.56) (tabla 2).

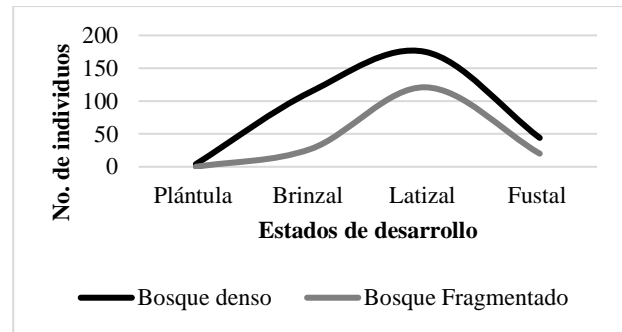


Figura 3. Curva de crecimiento de *Weinmannia rollottii* Killip en bosque denso y fragmentado, sector río Pasto Alto – Alto de la cuenca alta del río Pasto.

Tabla 2. Índice de dispersión estandarizado de Morisita por cada categoría de desarrollo de los individuos de *Weinmannia rollottii* Killip en bosque denso y fragmentado, sector río Pasto Alto – Alto de la cuenca alta del río Pasto.

Estados de desarrollo	Bosque denso (I_p)	Bosque fragmentado (I_p)
Plántula (0,01-0,3m)	1	-
Brinzal (DAP < 2,5 cm y altura ≥ 0,3 m)	0.6	0.56
Latizal (10 cm > DAP ≥ 2,5 cm)	0,58	0,54
Fustal (DAP ≥ 10 cm)	0,52	0,52

I_p = índice de dispersión estandarizado de Morisita ($I_p = 0$ muestra distribución aleatoria, $I_p > 0$ distribución agregada e $I_p < 0$ una distribución uniforme)

Discusión

La distribución altitudinal de *W. rollottii* en el área de estudio coincide con lo reportado para Colombia por [Rangel-Ch \(2017\)](#), [Bernal \(2015\)](#) y [Fernández-Alonso & Hernández-Schmidt \(2007\)](#) quienes sostienen que la especie se halla entre 2250 – 3450 m.s.n.m. en los departamentos de Antioquia, Cauca, Cundinamarca, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle. En el Departamento de Nariño, la especie se distribuye desde los 2900 hasta los 3100 m.s.n.m del Corredor Andino Amazónico Páramo de Bordoncillo – Cerro de Patascoy, entre los límites del páramo y el bosque de niebla y se caracteriza por ser muy ramificada y de porte bajo; en cambio en bosques primarios intervenidos, los árboles de esta especie pueden alcanzar hasta 25 metros ([Corporación Autónoma Regional de Nariño et al. 2002](#)). Igualmente, *W. rollottii* está reportada en la cuenca alta del río Guamuez entre 2.810 y 2.959 m.s.n.m, en el bosque altoandino con diferentes estados de sucesión, en donde se pueden encontrar árboles de gran porte hasta 12 m de altura ([Mesa-S et al. 2016](#)).

Densidad poblacional

Se observa una marcada diferencia en la densidad entre los dos tipos de coberturas, siendo el bosque denso el que presenta una mayor densidad. Este hecho se puede explicar por la existencia de áreas más conservadas en este tipo de bosque, con una menor intervención antrópica en comparación con el bosque fragmentado. En estos

resultados se destacan los transectos 7, 8 y 10 en el bosque denso, que presentaron las densidades más altas. Estas áreas se caracterizan por estar distanciadas del centro poblado y de difícil acceso, donde se encontraron los árboles más grandes con alturas de 11m de altura y diámetros 31,8 cm. Por otro lado, en los demás transectos se observaron valores de densidad más bajos (0,01-0,04 ind/m²), lo que sugiere una mayor actividad de extracción de especies leñosas por la presencia de caminos transitados y residuos de material vegetal (ramas, madera, tocones).

Respecto al bosque fragmentado, se registró el valor más alto de densidad en el transecto 9, mientras que los demás transectos presentaron valores entre 0,01 y 0,05 ind/m², con excepción del transecto 4 que obtuvo el menor valor (0,002 ind/m²) al encontrarse solo un individuo. Este tipo de cobertura presenta una mayor intervención antrópica, evidenciada por la presencia de senderos que indican un tránsito humano continuo, vegetación dispersa y residuos resultantes de la explotación de especies leñosas. Es relevante destacar que este bosque fragmentado se localiza en el corregimiento de Cabrera, donde, según [Bolaños \(2011\)](#), existe una alta demanda de material vegetal con fines dendroenergéticos por parte de la población local. Asimismo, las coberturas de bosque fragmentado tienen un mayor efecto de borde por las formas irregulares de la vegetación, lo que la hace que sea más vulnerable a la matriz circundante y al aprovechamiento forestal, ya que algunas viviendas se

encuentran muy cerca de las áreas con cobertura natural.

Los resultados obtenidos se encuentran en el rango de los encontrados por [Aguirre & Botero \(2015\)](#) para la especie *Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao) Nixon & Crepe, en cuatro fragmentos de bosque andino de la Serranía de Peñas Blancas (Huila), donde se reportaron valores de densidad poblacional entre 0.02 y 0.12 ind/m². El autor señala que la considerable variación en la densidad de los fragmentos de bosque evaluados podría atribuirse a procesos de regeneración y establecimiento después de diferentes intensidades de tala o saqueo de madera.

En las áreas de bosque fragmentado, la intervención antrópica puede estar afectando directamente la densidad de la población de *W. rollottii*. Esta especie tiene una alta probabilidad de ser utilizada para diversos fines, como se ha reportado en estudios anteriores, para la producción de leña, postes, mangos de herramientas ([Lara 2012](#)). Algunas investigaciones indican que la intervención antrópica influye en la densidad de población de las especies vegetales, así, [Palacios et al. \(2015\)](#) señalan que la especie *Brosimum utile* (Kunth) Oken en los bosques poco intervenidos del Chocó, tiene una mayor densidad en comparación con las zonas donde se extrae madera y se practica la minería.

Por tanto, las actividades humanas que se llevan a cabo en ambos tipos de cobertura natural en la zona de estudio, especialmente en bosque fragmentado no favorecen a *W. rollottii*. A este respecto, [Shinoda y Akasaka \(2020\)](#) señalan que las perturbaciones antropogénicas limitan el crecimiento y la reproducción de las plantas y pueden provocar la muerte de plántulas. Asimismo, la caída de árboles y ramas causa daños mecánicos que reducen las poblaciones de plantas del sotobosque, tal como lo demuestran [Samper y Vallejo \(2007\)](#) en áreas de bosque andino en la vertiente pacífica de la Cordillera Occidental en el municipio de Ricaurte (Nariño, Colombia). Unido a lo anterior, ciertas especies de bosque altoandino como *Weinmannia rollottii* Killip, *Bucquetia glutinosa* (L.f.) DC., *Escallonia myrtilloides* L.f., *Pernettya postrata* (Cav.) DC. y *Vallea stipularis* Mutis ex L.fil. tienen requerimientos específicos para su establecimiento ([Castellanos-Castro & Bonilla 2011](#)); así [Puetate \(2016\)](#) resalta que *W. rollottii* es una especie heliófita, lo que significa que necesita una exposición plena a la luz solar para desarrollarse, incrementar su metabolismo y crecimiento.

En general, los resultados obtenidos en este estudio indican de manera evidente que hay un limitado reclutamiento que podría atribuirse a una baja producción de semillas y a unas condiciones ambientales inadecuadas para el establecimiento y desarrollo de plántulas. De

acuerdo con [Palacios et al. \(2015\)](#) las actividades antrópicas tienen un impacto significativo en la distribución espacial de las especies del bosque, alterando su composición y los procesos ecológicos a nivel de comunidades y ecosistemas. Asimismo, la pérdida o fragmentación del hábitat puede disminuir el tamaño y la calidad del hábitat disponible para las especies ([Griffen & Drake 2008](#)). En este contexto, la baja densidad poblacional de muchas de las especies arbóreas en los bosques fragmentados las vuelve susceptibles al declive poblacional porque estas especies dependen del bosque natural para su supervivencia, por lo que los continuos cambios en la estructura y composición del paisaje ponen en riesgo la viabilidad de las poblaciones ([Gallego & Finegan 2004](#)).

Distribución de abundancias según los estados de desarrollo

En los dos tipos de cobertura, el número de individuos fue mayor en el estado de desarrollo latizal, representando el 51.93% del total de individuos en bosque denso y el 72.02% en bosque fragmentado. Y el 35.01% de los individuos en bosque denso y el 16.07% en bosque fragmentado corresponden a plántulas e individuos en la categoría de brinzal. La distribución de la estructura poblacional por estado de desarrollo en los dos tipos de cobertura evaluados no sigue una distribución de J invertida. Este comportamiento en la estructura poblacional indica que las poblaciones con un gran porcentaje de individuos senescentes o un bajo porcentaje de plántulas conducen a su declive ([Elzinga et al. 1998](#)).

Esta curva indica que un mayor número de individuos se concentra en el estado de desarrollo latizal, y, por tanto, la persistencia de la población dependerá de la supervivencia de estos. Por su parte, los estados de desarrollo en plántulas, debido a su baja proporción en relación a los otros estados, se consideran más vulnerables, lo que indica una baja regeneración. Es importante señalar que esta distribución en forma de campana también ha sido reportada en otros estudios, como los realizados por [Palacios et al. \(2017\)](#) y [Alvis \(2009\)](#), patrón que los autores asocian a un estado avanzado de sucesión.

Los resultados de la distribución de las categorías de desarrollo de *W. rollottii* en el bosque denso evidencian un patrón de distribución en forma de campana (figura 3), mientras que en el bosque fragmentado se observó un patrón en forma de J. Estos patrones pueden considerarse una amenaza potencial para la población de la especie en la Cuenca Alta del río Pasto, ya que las poblaciones con una alta proporción de individuos seniles y una baja proporción de individuos reproductivos o de plántulas, potencialmente pueden decrecer ([Godínez et al. 2008](#)). Este resultado coincide con lo expresado por [González \(2020\)](#), quien afirma que especies del género *Weinmannia*

presentan una alta mortalidad en la etapa inicial de crecimiento de las plántulas. Este comportamiento es similar al observado por [Bossas-Cárdenas et al. \(2020\)](#) en la especie *Quercus humboldtii* Bonpl de bosque andino en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos (Cundinamarca), en donde la población no tiene la distribución típica de J invertida, al presentar una mayor abundancia de individuos en la categoría juvenil con alturas entre 1,4 – 10,85m; además, *Q. humboldtii* tiene un bajo porcentaje de adultos y por tanto el abastecimiento de semillas será limitado.

Por tanto, la baja proporción de plántulas de *W. rollottii* sugiere una limitación en la capacidad de regeneración de la población debido a la baja germinación de semillas y supervivencia de plántulas. [González \(2020\)](#) reporta que, en el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, las semillas de *Weinmannia pubescens* Kunth tienen un 36.7% de germinación (sin tratamiento pregerminativo), pero una mortalidad del 39.44% en la etapa inicial de crecimiento (36 días de evaluación) y un lento crecimiento con un incremento de solo 2 mm de altura en tres semanas después de los 32 días. En especies como *W. tomentosa*, [Montes \(2011\)](#) y [Ramos et al. \(2002\)](#), indican que a pesar de presentar una alta dispersión, las características morfológicas de las semillas facilitan su enterramiento, limitando su germinación debido a las condiciones de humedad del sotobosque que las hace susceptibles al parasitismo de la diversidad microbiana asociada al mantillo o porque pueden quedar sepultadas por la hojarasca y recibir una tasa de flujo de fotones demasiado baja para inducirla ([Vásquez-Yanes et al. 1990](#)). Esta situación puede estar ocurriendo igualmente para la especie de *W. rollottii* en esta investigación.

Por otro lado, en lo referente, a floración y fructificación [Lara 2012](#), [Cañón et al. \(2021\)](#) y [Montenegro & Vargas \(2008\)](#) reportan que *W. rollottii* en el Santuario de Flora y Fauna Galeras (Pasto, Nariño) y predios de Guatavita y Guasca (municipios del departamento de Cundinamarca) y *W. tomentosa* en bosque altoandino de la Reserva Forestal de Cogua (Cundinamarca, Colombia), tienen baja producción de flores, frutos y semillas.

Por ello, el número reducido de individuos en estado de plántulas y juveniles de *W. rollottii* en los dos tipos de cobertura evaluados de la cuenca alta del río Pasto puede atribuirse a las limitaciones de producción, dispersión y establecimiento de semillas. Además, estos resultados evidencian cómo la disponibilidad de luz puede influir significativamente en el crecimiento y desarrollo inicial, al ser esta especie clasificada como una heliófita durable, intolerante a la sombra, de vida relativamente larga y con altos requerimientos de luz para poder establecerse y sobrevivir ([Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2001](#)). Al respecto, en áreas de bosque fragmentado se observa una mayor luminosidad que

puede ser favorable para la especie estudiada, lo que significa que depende de la luz solar directa para su desarrollo óptimo. Mientras que en bosque denso la incidencia lumínica podría ser menor por la presencia de doseles más cerrados. No obstante, es importante destacar que la supervivencia, la mortalidad y el reclutamiento, también estarán en función del grado de intervención; y particularmente en bosque fragmentado se evidencia que se llevan a cabo actividades de extracción de madera y leña de la especie estudiada y de otras especies arbóreas como: *Clusia multiflora* Kunth, *Weinmannia brachystachya* Willd. ex Engl., *Weinmannia glabra* L.f., *Weinmannia mariquitae* Szyszyl.; razón por la que en este tipo de cobertura se presenten valores más bajos de densidad poblacional. Las actividades de extracción implican la apertura de caminos y residuos de material vegetal (ramas, madera, tocones), lo que conlleva a un riesgo potencial de daño físico o incluso la muerte de individuos en estado de plántulas y brinzales presentes en el entorno, afectando negativamente su capacidad de supervivencia. Todos estos factores han alterado la estructura poblacional, lo que representa una amenaza para la población y aumenta la probabilidad de extinción local.

Patrón de distribución

De acuerdo con [Montañez et al. \(2010\)](#) la limitación en la dispersión o la especialización de hábitat son mecanismos que explican los patrones de distribución gregaria de los árboles al interior de una comunidad vegetal en los bosques tropicales; en el caso de *W. rollottii*, especie heliófita, con dispersión anemócora y con un patrón de distribución agregado, sugiere la existencia de zonas más favorables en el hábitat ([Saboya 2013](#)). La presencia de claros de vegetación en las coberturas permite a las poblaciones aprovechar al máximo el recurso de luz, lo que mantiene este patrón en los diferentes estados de desarrollo de los individuos ([Rodríguez 2017](#)); así, [Datta & Rawat \(2008\)](#) consideran que la dispersión limitada de semillas a menudo conduce a patrones agregados de reclutamiento de semillas y plántulas. Además, el dosel de los árboles en áreas boscosas puede reducir la velocidad del viento y la distancia de desplazamiento de las semillas pequeñas, lo que resulta en una mayor agregación en especies anemócoras como *W. rollottii* ([Arango et al. 2011](#), [Ramón 2015](#)).

En los bosques altoandinos, se observa predominantemente un patrón de distribución agregada, tal como lo halló [Montañez et al. \(2010\)](#) en bosques de alta montaña de la reserva forestal “La Forzosa” en el sur oriente del municipio de Anorí (Antioquia): para estratos de dosel el 91,2% de 12 especies evaluadas presentan una distribución agregada con valores de I_p entre 0,24 y 0,51; y el mismo patrón lo presentan el 85,71% de 14 especies evaluadas en sotobosque. Igualmente, en un bosque

secundario intervenido del municipio de Gama (Cundinamarca), especies como *Tibouchina lepidota* (Bonpl.) Baill., *Clusia multiflora* Kunth, *Hieronyma colombiana* Cuatrec., *Symplocos alstonia* L'Hér. y *Miconia ligustrina* (Sm.) Triana son especies con valores de agregación por encima de 2,50; y especies como *Weinmannia tomentosa* L.f. presenta un valor de agregación de 1,66 ([Planeación ecológica ltda. 2011](#)). Igualmente, [Aguirre & Botero \(2015\)](#) en bosque andino del extremo sur oriental del departamento del Huila, encontraron que la especie *Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao) Nixon & Crepet ([Dávila et al. 2012](#)) también presenta una distribución agregada con valores de 1,483 y 1,875. En una situación similar, [Gómez et al. \(2013\)](#) han reportado que *Brunellia boqueronensis* Cuatrec crece de forma gregaria en el departamento de Antioquia.

Conclusiones

En la Cuenca alta del río Pasto, *Weinmannia rollottii* Killip se encuentra en áreas de bosque denso y fragmentado con una distribución altitudinal entre los 2944 hasta los 3399 m.s.n.m. La densidad poblacional de *W. rollottii* fue mayor en bosque denso; su estructura poblacional en bosque denso tiene una curva de crecimiento en forma de campana, mientras que en el bosque fragmentado fue en forma de J; y en las dos coberturas prevalece un patrón espacial agregado.

Agradecimientos

Agradecemos a la VIIS (Vicerrectoría de Investigaciones e Interacción Social) de la Universidad de Nariño por proporcionar el financiamiento para esta investigación y a los agricultores locales que permitieron el ingreso y acompañamiento a sus predios para el registro de información.

Referencias

Aguilar, R., Ashworth, L., Galetto, L. & Aizen, M. 2006. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. *Ecol Lett.*, 9(8), 968-980.

Aguirre, N. & Botero, J. 2015. Estructura poblacional y la distribución espacial del roble negro (*Colombobalanus excelsa*) en fragmentos de bosque andino colombiano. *Ingenierías & Amazonia*, 8(1), 5-13.

Álvarez, L., Sanín, D., Álzate, N., Castaño, N., Mancera, J. & González, G. 2007. Plantas de la Región Centro - Sur de Caldas. Universidad de Caldas. https://www.researchgate.net/publication/318250812_Plantas_de_la_Region_Centro_sur_de_Caldas/link/5cc90e6fa6fdcc1d49bc1649/download

Alvis, J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biocología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 115-122.

Arango, H., Duque, Á., Cárdenas, D. & Barreto, J. S. 2011. Relación entre el mecanismo de dispersión de semillas y la

distribución espacial de algunas especies arbóreas en un bosque de tierra firme de la amazonia colombiana. *Revista Colombiana Amazónica*, 4, 87-96.

Barreto-Silva, J.S., Ramírez Echeverry, S., Peña, M.A., Capachero, C., Barbosa, A.P., Panev, M., Fernando, Phillips, J.F. & Moreno, L.M. 2018. Manual de Campo Inventario Forestal Nacional Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Bernal, R. 2015. *Weinmannia rollottii* Killip. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

Bolaños, A. 2011. Agroecología, estrategias de sostenibilidad socioeconómica en los corregimientos de El Encano, Santa Barbara, Mocondino y Cabrera del municipio de Pasto. *Revista Investigium: Ciencias Sociales y Humanas*, 2(2), 1-188.

BOLFOR, Mostacedo, B. & Fredericksen, T. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR.

Bossa-Cárdenas, R., Garavito Guerrero, B. A. & Camacho, R. L. 2020. Lineamientos para la conservación de *Quercus humboldtii* (Fagaceae) en la provincia del Guavio, Cundinamarca. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 12(1), 33-47. <https://doi.org/10.46571/jci.2020.1.4>

Cabrera, W. & Wallace, R. 2007. Densidad y distribución espacial de palmeras arborescentes en un bosque preandino-amazónico de Bolivia. *Ecología En Bolivia*, 42(2), 121 - 135.

Cañón, J., Ávila-R, L., Herrera, E. & Serrano, O. 2021. De semillas a bosques: Experiencias de viverismo con especies andinas. *Compensaciones ambientales del proyecto de transmisión de Energía Eléctrica Nueva Esperanza*. EPM-Fundación Natura. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>

Castellanos-Castro, C. & Bonilla, M. 2011. Grupos funcionales de plantas con potencial uso para la restauración en bordes de avance de un bosque altoandino. *Acta Biológica Colombiana*, 16(1), 153-174.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central (p. 265). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. <http://repositorio.bibliotecaortn.catie.ac.cr/handle/11554/3971>

Corporación Autónoma Regional de Nariño. 2008. Índice escasez de agua superficial cuenca del río Pasto. Corporación Autónoma Regional de Nariño.

Corporación Autónoma Regional de Nariño, Fondo Mundial para la Naturaleza & Asociación para el Desarrollo Campesino. 2002. Plan de manejo del Corredor Andino Amazónico, Páramo de Bordoncillo, Cerro Patascoy, La Cocha, como ecorregión estratégica para los departamentos de Nariño y Putumayo.

Datta, A. & Rawat, G. S. 2008. Dispersal modes and spatial patterns of tree species in a tropical forest in Arunachal Pradesh, northeast India. *Tropical Conservation Science*, 1(3), 163-185.

Dávila, D. E., Alvis, J. F. & Ospina, R. 2012. Distribución espacial, estructura y volumen de los bosques de roble negro (*colombobalanus excelsa* (lozano, hern. cam. & henao, je) nixon & crepet) en el parque nacional natural

- cueva de los guácharos. *Colombia forestal*, 15(2), 207-214.
- Elzinga, C., Salzer, D. & Willoughby, J. 1998. Measuring and monitoring. Plant populations. The Nature Conservancy.
- Fernández-Alonso, J. & Hernández-Schmidt, M. 2007. Catálogo de la flora vascular de la Cuenca Alta del Río Subachoque (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia*, 29(1), 73–104. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39215/41067>
- Gallego, B. & Finegan, B. 2004. Evaluación de enfoques para la definición de especies arbóreas indicadoras para el monitoreo de la biodiversidad en un paisaje fragmentado del Corredor Biológico Mesoamericano. *Recursos Naturales y Ambiente*, 41, 49–61.
- García, D. & Chacoff, N. 2007. Scale-Dependent Effects of Habitat Fragmentation on Hawthorn Pollination, Frugivory, and Seed Predation. *Conservation Biology*, 21(1), 400–411.
- Godínez, H., Jiménez, M., Mendoza, M., Pérez, F., Roldán, P., Ríos, L. & 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(2).
- Gómez, L. 2010. Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación. In Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-Corantioquia (Vol. 1, Issue Medellín, Colombia). Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-Corantioquia.
- Gómez, M., Lazaro, J. & Piedrahita, E. 2013. Propagación y conservación de especies arbóreas nativas. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.
- González, A. 2020. Apoyo a la línea de investigación en especies y propagación: Longevidad de las semillas de *Weinmannia pubescens* y adaptación de plántulas en sustrato [Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://clik.dva.gov.au/rehabilitation-library/1-introduction-rehabilitation%0Ahttp://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/as.2017.81005%0Ahttp://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/as.2012.34066%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.201>
- Griffen, B., & Drake, J. 2008. Effects of habitat quality and size on extinction in experimental populations. *Proceedings of the Royal Society B*, 275, 2251–2256. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.0518>
- Guevara, O., Abud, M., Trujillo, A. F., Suárez, C. F., Cuadros, L., López, C. & Flórez, C. 2016. Plan Territorial de Adaptación Climática del departamento de Nariño. Corponariño y WWF-Colombia.
- Herrera, J. & García, D. 2010. Effects of Forest Fragmentation on Seed Dispersal and Seedling Establishment in Ornithochorous Trees. *Conservation Biology*, 24(1), 1089–1098.
- Klapwijk, M. & Lewis, O. 2008. Effects of Climate change and Habitat Fragmentation on Trophic Interactions. In *Tropical Biology and Conservation Management* (pp. 26–41). UNESCO.
- Lara, C. 2012. Documento técnico final. Programa de Monitoreo Santuario de Flora y Fauna Galeras. Parques Nacionales Naturales.
- López-Gallego, C. 2015. Monitoreo de poblaciones de plantas para conservación: recomendaciones para implementar planes de monitoreo para especies de plantas de interés en conservación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt [IAvH].
- Lozano-Botache, L., Gómez-Aguilar, F., & Chaves, S. 2011. Estado de fragmentación de los bosques naturales en el norte del departamento del Tolima-Colombia. *Tumbaga*, 6(1), 125–140.
- Marsh, D. M. & Trenham, P. C. 2008. Tracking current trends in plant and animal population monitoring. *Conservation Biology*, 22, 647–655.
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G. & Gleiser, R. 2012. Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca (Biología)*, 5(1), 1–31.
- Mesa-S, L., Aguilar-Cano, J., González, M. & Diaz-Pulido, A. 2016. Unidades de hábitat en las áreas de estudio. In J., Barriga, A. Diaz-Pulido, M. Santamaría, & H. García (Eds.), Catálogo de biodiversidad de las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. Nivel Local. volumen 2 Tomo 2 (pp. 64–75). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ecopetrol S.A.
- Montañez, R., Escudero, C. & Duque, Á. 2010. Patrones de distribución espacial de especies arbóreas en bosques de alta montaña del departamento de Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 63(2), 5629–5638.
- Montenegro, A. & Vargas, O. 2008. Atributos vitales de especies de borde en fragmentos de bosque altoandino (Reserva forestal municipal de Cogua, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 56(2), 705–720. http://www.infoandina.org/sites/default/files/recursos/la_restauracion_ecologica_en_practica.pdf
- Montes, C. 2011. Estado del conocimiento en *Weinmannia tomentosa* L.f. (encenillo) y algunas propuestas de estudio sobre su regeneración. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2(1), 45–53. <https://doi.org/10.22490/21456453.910>
- Navarro, M., González, L., Flores, R. & Amparán, R. 2015. Fragmentación y sus implicaciones. Análisis y reflexión documental. In Universidad de Guadalajara. Universidad de Guadalajara.
- Palacios, L., Palacios, C. & Abadía, D. 2015. Densidad poblacional de *Brosimum utile* en un bosque con actividades de minería y tala en el Chocó, Colombia. *Cuadernos de Investigación UNED*, 7(2), 319–323.
- Palacios, L., Perea, K., Bellido, D., Caicedo, H. & Abadía, D. 2017. Estructura poblacional de ocho especies maderables amenazadas en el departamento del Chocó-Colombia. *UNED Research Journal*, 9(1), 107–114. <https://doi.org/10.22458/urj.v9i1.1685>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2015. Plan de Manejo Santuario de Flora y Fauna Galeras. In Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Planeación ecológica Ltda. 2011. Formulación del Plan de Manejo Ambiental de las quebradas El Curo y Balcones abastecedoras del acueducto urbano del municipio de Gama. Corporación Autónoma Regional del Guavio.
- Puetate, G. 2016. Translocación de plántulas de: *Weinmannia*

- rollottii*, *Weinmannia fagaroides*, *Prunus huantensis* y *Ocotea infrafraveolata*, en un área degradada en la parroquia El Carmelo, provincia del Carchi. Universidad Técnica del Norte.
- Ramón, P. 2015. Patrones y procesos espaciales en poblaciones y comunidades vegetales: nuevas herramientas e hipótesis. [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid] https://oa.upm.es/37876/1/PABLO_ANCELMO_RAMON_CONTENTO.pdf
- Ramos, C., García, M., & Narbona, E. 2002. Estrategias regenerativas de *Clusia multiflora*, *Drimys granadensis* y *Weinmannia tomentosa* en el bosque alto andino. Universidad Nacional.
- Rangel-Ch, O. 2002. Biodiversidad en la región del páramo: con especial referencia a Colombia. In C. MinAmbiente., CAR., IDEAM. (Ed.), Congreso mundial de páramos. Memorias Tomo I (pp. 168–200). MinAmbiente, CAR, IDEAM, CIC.
- Rangel-Ch, O. 2017. Colombia Diversidad Biótica XV. Los bosques de robles (Fagaceae) en Colombia composición florística, estructura, diversidad y conservación. Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, S. 2017. Efectos de la fragmentación sobre la diversidad funcional asociada a la biomasa aérea de un bosque altoandino de Cundinamarca [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7706>
- Saboya, N. 2013. Distribución espacial de las especies arbóreas aprovechables, de la parcela de corta anual 2 bloque II de la comunidad nativa Santa Mercedes, Río Putumayo, Perú [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2439>
- Samper, C. & Vallejo, M. 2007. Estructura y dinámica de poblaciones de plantas en un Bosque Andino. Revista Academia Colombiana de Ciencias, 31(118), 57–68.
- Schmeller, D. S. 2008. European species and habitat monitoring: Where are we now? Biodiversity and Conservation, 17, 3321–3326.
- Shinoda, Y. & Akasaka, M. 2020. Interaction exposure effects of multiple disturbances: plant population resilience to ungulate grazing is reduced by creation of canopy gaps. Scientific Reports, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58672-6>
- Vázquez-Yanes, C., Orozco-Segovia, A., Rincón, E., Sánchez-Coronado, M. E., Huante, P., Toledo, J. R., & Barradas, V. L. 1990. Light beneath the litter in a tropical forest: effect on seed germination. Ecology, 71(5), 1952–1958. <https://doi.org/10.2307/1937603>
- Velasco-Linares, P. & Vargas, O. 2008. Problemática de los Bosques Altoandinos. In O. Vargas (Ed.), Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino: el caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca (pp. 41–56). Universidad Nacional de Colombia.
- Victorino, N. 2012. Bosques para las personas: Memorias del Año Internacional de los Bosques 2011 (H. García (ed.); p. 120). Instituto de Investigación de Recurso Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
-
- Samia del Mar Yela-Lara**
Departamento de Recursos Naturales y Sistemas Agroforestales, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
ORCID: 0000-0001-6869-1889
- Aida Elena Baca-Gamboa**
Departamento de Biología, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
ORCID: 0000-0002-6000-8771
- Estructura poblacional de *Weinmannia rollottii*, en la Cuenca alta del río Pasto, Nariño.**
- Citación del artículo:** Yela-Lara, S. M. & Baca-Gamboa, A. E. 2024. Estructura poblacional de *Weinmannia rollottii*, en la Cuenca alta del río Pasto, Nariño. *Conservación Colombiana*, 29(1), 21–30pp. <https://doi.org/10.54588/cc.2024v29n1a3>