

Diversidad florística y estructura del bosque nublado del Río Numbala, Zamora-Chinchipe, Ecuador: El “bosque gigante” de Podocarpaceae adyacente al Parque Nacional Podocarpus

Celso Yaguana¹, Deicy Lozano², David A. Neill³ y Mercedes Asanza³

¹Herbario Reinaldo Espinosa, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador
anibalya@hotmail.com

²Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica

³Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador

Resumen

Se realizó un inventario de bosque en una parcela permanente de una hectárea en la Reserva Numbala, un área protegida de 1013 hectáreas, propiedad de la fundación Naturelza y Cultura Internacional (NCI), ubicada en el cantón Palanda, Zamora-Chinchipe, Ecuador, colindante con el Parque Nacional Podocarpus, a 2100 m.s.n.m., 4°24'19"S, 79°03'36"W. Se realizó el inventario de los árboles con DAP (diámetro a la altura de pecho) ≥ 5 cm. Se registró un total de 1091 árboles y 171 especies, con un área basal de 47,73 m²/ha y un volumen total de madera de 652 m³/ha. Las especies dominantes del bosque por sus diámetros y alturas son Gimnospermas, dos especies de Podocarpaceae: *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys harmsiana* que representan 59,7% del área basal y 79,6% del volumen total del bosque en la parcela inventariada, que incluye 35 árboles de estas dos especies con diámetros mayores a 70 cm y hasta 47 m de altura. No obstante la dominancia de las dos especies de Gimnospermas, la diversidad florística es relativamente alta con 171 especies de árboles registrados, incluyendo diversas especies de Rubiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae y Melastomataceae. Los valores de área basal y volumen de madera, y la cantidad de árboles grandes mayores a 70 cm DAP, son muy altos en comparación con otros bosques neotropicales. Hay evidencia bibliográfica de la existencia en el pasado de rodales grandes dominados por Podocarpaceae, particularmente de *Retrophyllum rospigliosii*, en otros países andinos, pero casi todos han sido talados por la extracción de madera, y el bosque de Numbala es uno de los últimos remanentes de los “bosques gigantes” de Podocarpaceae en los Andes tropicales.

Palabras claves: Podocarpaceae, *Retrophyllum rospigliosii*, *Prumnopitys harmsiana*, romerillo, parcela permanente, bosque nublado, bosque andino

Abstract

A forest inventory in a one-hectare permanent plot was conducted in the Numbala Reserve, a protected area of 1013 hectares, located in Palanda canton, Zamora-Chinchipe province, Ecuador, bordering the Podocarpus National Park, at 2100 m, 4°24'19"S, 79°03'36"W. The site is owned and administered by Nature and Culture International, a non-governmental conservation organization. All trees with DBH (diameter at breast height) ≥ 5 cm were inventoried in the plot. A total of 1091 trees and 171 species were recorded, with a basal area of 47.73 m²/ha and a total timber volume of 652 m³/ha. The dominant species of the forest by their diameters and heights are gymnosperms, two species of Podocarpaceae: *Retrophyllum rospigliosii* and *Prumnopitys harmsiana*, which together constitute 59.7% of the basal area and 79.6% of the total wood volume inventoried in the plot. A total of 35 trees of these two species have diameters greater than 70 cm and up to 47 m in height in the plot. Despite the dominance of the two species of gymnosperms, the floristic diversity is relatively high with 171 species of trees recorded in the plot, including numerous species of Rubiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae and Melastomataceae. The values of basal area and timber volume, and the number of large trees greater than 70 cm DBH, are very high compared to other neotropical forests. There is bibliographic evidence from past decades of large stands dominated by Podocarpaceae, particularly *Retrophyllum rospigliosii*, in other Andean countries, but almost all have been cleared for timber extraction, and the Numbala forest is one of the last remnants of these "giant forests" of Podocarpaceae in the tropical Andes.

Keywords: Podocarpaceae, *Retrophyllum rospigliosii*, *Prumnopitys harmsiana*, romerillo, permanent plot, cloud forest, Andean forest.

Introducción

Los bosques neotropicales son los más diversos del mundo en términos de riqueza de especies, y gran parte de esta riqueza está concentrada en los bosques nublados de los Andes (Gentry, 1982a, 1982b, 1993). En el estrato arbóreo, los bosques neotropicales están dominados ecológicamente y florísticamente por las Angiospermas, o Magnoliophyta, las plantas con flores, la División de plantas que ha evolucionado a partir del Cretáceo y que reemplazarán, en gran

medida, los bosques de Gimnospermas, que dominaron los bosques Mesozóicos. En los bosques boreales de los hemisferios occidental y oriental, las Gimnospermas todavía son dominantes, principalmente por los géneros de Coníferas como *Pinus*, *Abies* y *Picea*. (Collinson, 1988). Únicamente en los extremos norte y sur de la región neotropical existen grandes extensiones de bosques dominados por Gimnospermas: bosques de *Pinus* en las montañas de México y el norte de

Centroamérica, y de *Araucaria* en el sur de Brasil y el sur de Chile (Enright & Hill, 1995).

Las únicas Coníferas en los bosques de los Andes tropicales son de la familia Podocarpaceae, incluyendo los géneros *Podocarpus*, *Prumnopitys* y *Retrophyllum*; antes de la década de 1970, todos los Podocarpaceae neotropicales estaban clasificados dentro del género *Podocarpus*. A diferencia que los bosques de Coníferas en las zonas templadas, boreales y australes, los Podocarpaceae en los bosques neotropicales por lo general no son ecológicamente dominantes, sino que son elementos menores en bosques compuestos por diversas familias, géneros y especies de Angiospermas (Dalling *et al.*, 2011).

Sin embargo, hay algunas excepciones a la regla de la baja densidad y dominancia de Podocarpaceae en los bosques nublados de los Andes tropicales. En la presente contribución, describimos un bosque nublado en los Andes del sur del Ecuador, con dominancia marcada, en términos de biomasa y de número de individuos, por árboles grandes de Podocarpaceae; pero a la vez, el bosque en su estrato arbóreo está caracterizado por una alta diversidad de familias, géneros y especies de Angiospermas.

En el sur del Ecuador, los árboles de Podocarpaceae son conocidos con el nombre común “romerillo” y los rodales

de bosque dominados por Podocarpaceae son denominados “romerillales”. Los romerillos son muy apreciados por la gente local y por la industria maderera por la calidad de su madera, y en los sitios accesibles los romerillales han sido explotados casi en su totalidad para la extracción y comercialización de madera. Únicamente en los sitios más aislados de las carreteras y vías de acceso, existen remanentes de los romerillales, incluyendo el área de estudio de la presente contribución.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La investigación se realizó en una hectárea de bosque nublado en la Reserva Numbala, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador, en las coordenadas 4°24'19"S, 79°03'36"W, a 2100 m.s.n.m. La Reserva Numbala, es un área protegida privada, propiedad de Naturaleza y Cultura Internacional (NCI) una organización no-gubernamental dedicada a la conservación de la biodiversidad en el sur del Ecuador, norte del Perú y noroccidente de México. La Reserva Numbala fue adquirida por NCI en los años 2006-2007 con ampliación en 2011, y comprende una superficie de 1013 ha entre 1720-2920 m.s.n.m. La Reserva está ubicada al lado occidental del Río Numbala; el lado oriental del río, y la cresta del Cerro Toledo al oeste del río, son terrenos que forman parte del Parque Nacional Podocarpus (Figuras 1 y 2).

Los terrenos privados alrededor de la Reserva Numbala en el lado occidental del Río Numbala han sido deforestados en su mayor parte desde la década de 1970, principalmente por la extracción de madera y el establecimiento de potreros para la ganadería bovina. Los mismos predios que adquirió la Fundación NCI en 2006, estaban al punto de sufrir la tala de los árboles grandes de Podocarpaceae por los anteriores terratenientes, pero fueron salvados por el establecimiento de la Reserva Numbala (E. Cueva, comunicación personal).

La temperatura promedio anual es de 16 °C, la precipitación anual de 3.000 mm y los suelos son de clase textural franco arenoso (FoAo), con un pH de 3,81 y materia orgánica de 11,77% (Gálvez *et al.* 2003). Según la clasificación del Mapa de Vegetación del Ecuador Continental (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012), corresponde a la unidad “Bosque siempreverde montano bajo del sur de la cordillera del los Andes” y dentro de esa unidad, a las “Asociaciones de *Podocarpus* spp.” (Báez *et al.*, 2012).

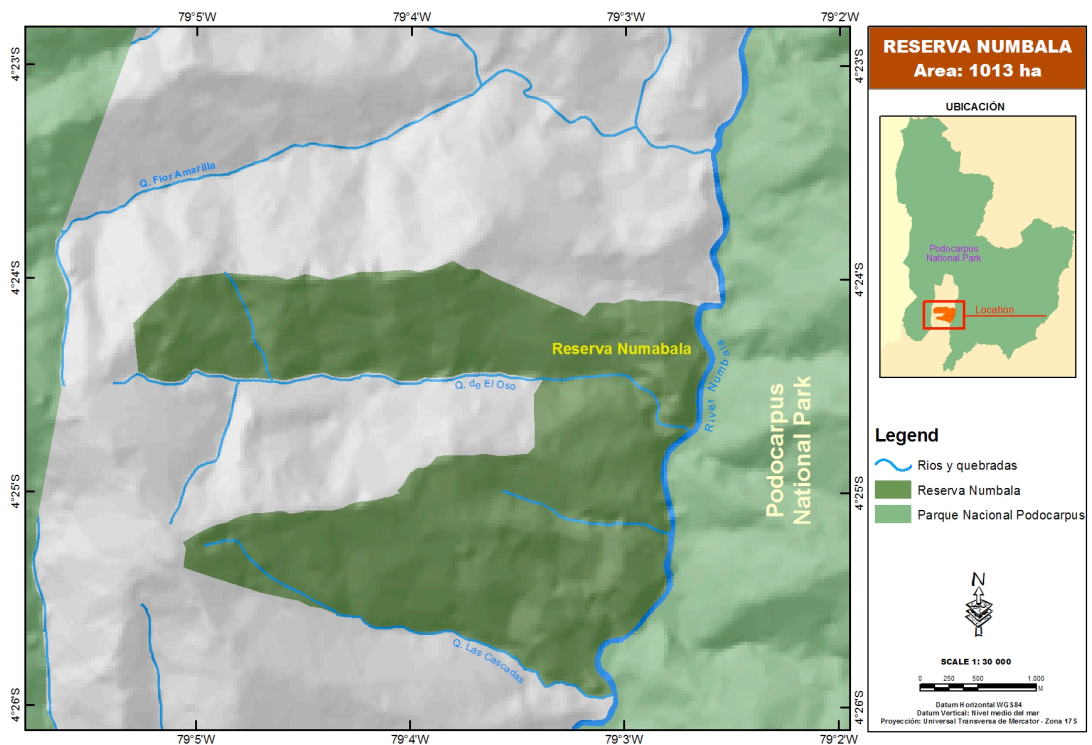


Figura 1. Mapa de la Reserva Numbala, ubicada al lado occidental del Río Numbala, con una superficie de 1013 hectáreas. El Parque Nacional Podocarpus está adyacente a la Reserva, al lado oriental del río, y al lado occidental, en la cresta del Cerro Toledo.



Figura 2. El bosque de la Reserva Numbala, indicando el terreno con pendiente fuerte (izquierda) y el interior del bosque con los árboles grandes de Podocarpaceae (derecha).

Unidad de muestreo – Parcela permanente

Para el inventario florístico y forestal se delimitó y estableció una parcela permanente de una hectárea de bosque (10.000 m²) divididas en 25 subparcelas de 20 x 20 m (400 m²), en cada una se tomó datos de todos los individuos ≥ 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP, altura 130 cm), altura total, coordenadas (x-y) y las características botánicas de las especies (Figura 3). Además del registro de los árboles en la parcela permanente, se registraron los arbustos, herbáceas y epífitas en subparcelas de acuerdo a un diseño anidado de inventario (Lozano y Yaguana, 2009); los datos de las plantas aparte de los árboles no están incluidos en el presente artículo.



Figura 3. Medición del diámetro de un árbol grande de *Retrophyllum rospigliosii* en la Reserva Numbala.

Análisis de datos

Con los datos obtenidos en el campo, se calcularon los parámetros estructurales del bosque: densidad absoluta o abundancia (D), densidad relativa (DR), dominancia relativa (DmR), y el índice de valor de importancia (IVI), aplicando las fórmulas planteadas por Aguirre & Aguirre (1999) y Cerón (1993).

Previo a determinar el volumen de los árboles, se calculó el factor de forma, para ello se agrupó los registros de diámetro en ocho clases diamétricas utilizando intervalos de 10 cm. Al azar se seleccionaron tres árboles por clase diamétrica, y se midió en pie los diámetros cada 3 m de altura. Finalmente con los datos obtenidos se aplicó la fórmula de Smalian para la cubicación:

$$Va = \frac{Go + G1}{2} * L + \frac{G1 + G2}{2} * L + \frac{G2 + \dots + Gn}{2} * L$$

Donde:

Va = Volumen del árbol

G = Área basal de cada troza

L = Longitud de troza (3 m)

Para realizar el perfil horizontal y vertical del bosque, se instaló un transecto de 5 x 100 m (centro de la parcela grande), considerando los individuos ≥ 5 cm de DAP; trazando un eje en la mitad de la parcela, desde éste se midió la distancia a la que se encuentra cada árbol (0-100 m), distancia horizontal desde el eje (izquierda y derecha), se consideró la altura, forma y diámetro de copa de cada individuo.

Para determinar el endemismo de las especies encontradas y el grado de amenaza, se revisó el Libro Rojo de las Especies Endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al. 2011).

Resultados

Diversidad Florística

En una hectárea de bosque nublado se registraron 171 especies de árboles con DAP ≥ 5 cm (Figura 2). En el dosel las familias más diversas son Rubiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae y Melastomataceae. Las especies con mayor área basal y mayor IVI son *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page y *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (Podocarpaceae). Las especies más abundantes son *Hieronyma asperifolia* Pax & K. Hoffm. (Euphorbiaceae), *Piper obtusifolium* L. (Piperaceae) y *Jossia aequatoria* Steyerem. (Rubiaceae) (Tabla 1). En el Anexo se indican los resultados totales de las 171 especies de árboles registrados en la parcela.

Estructura diamétrica

En la hectárea de bosque nublado se inventarió 1091 individuos con diámetros ≥ 5 cm de DAP con un área basal total de 47,73 m² ha⁻¹ y un volumen total de 652 m³ ha⁻¹. Las dos especies de Podocarpaceae, *Prumnopitys harmsiana* y *Retrophyllum rospigliosii* representan el 59,7% del área basal total (28,1 m²) y 79,6 % del volumen total (510 m³ ha⁻¹).

Tabla 1. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI), considerando arboles con DAP ≥ 5 cm de las 12 especies más importantes del bosque nublado de la Reserva Numbala, en orden descendiente del IVI, y los datos correspondiente de *Podocarpus oleifolius*, la tercera especie de Podocarpaceae con una valor de importancia relativamente baja. Dens.= Densidad (número de individuos por hectárea); AB = área basal sumado de los individuos de la especie; DR = Densidad relativa (porcentaje de abundancia por especie); Dm = Dominancia relativa (porcentaje de área basal por especie). IVI = DR + Dm por especie. La sumatoria de IVI para todas las especies es 200; no es un porcentaje.

Familia	Nombre científico	Dens. (Ind/ha)	AB (m ²)	DR (%)	Dm (%)	IVI 0/200
Podocarpaceae	<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) Page	29	16,58	2,66	35,17	37,83
Podocarpaceae	<i>Prumnopitys harmsiana</i> (Pilg.) Laub.	22	11,55	2,02	24,51	26,5
Euphorbiaceae	<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K. Hoffm.	42	1,32	3,85	2,80	6,65
Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	29	0,89	2,66	1,88	4,54
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nichols.	31	0,71	2,84	1,50	4,34
Lauraceae	<i>Endlicheria sericea</i> Nees	32	0,58	2,93	1,24	4,17
Piperaceae	<i>Piper obtusifolium</i> L.	35	0,26	3,21	0,54	3,75
Rubiaceae	<i>Jossia aequatoria</i> Steyerm.	33	0,30	3,03	0,62	3,65
Rubiaceae	<i>Psychotria brachiata</i> Sw.	30	0,36	2,75	0,77	3,52
Verbenaceae	<i>Aegiphila cuatrecasasii</i> Moldenke	25	0,43	2,29	0,92	3,21
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	27	0,29	2,48	0,62	3,10
Lauraceae	<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	26	0,21	2,38	0,45	2,83
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb.	5	0,31	0,46	0,66	1,12

D: densidad; AB: área basal; DR: densidad relativa; Dm: Dominancia relativa; IVI: índice valor de importancia

Retrophyllum rospigliosii es la especie con más alta valor de IVI, con 37,83 (sobre un total IVI de 200), con 29 individuos en la parcela y un área basal de la especie de 16,58 m² y una dominancia relativa de 35,17%.

La Figura 4 indica que la estructura diamétrica del bosque nublado, la misma presenta la forma de **J** invertida, pero con un número alto de individuos en la última clase diamétrica, 36 árboles con DAP mayor a 70 cm. Estos árboles grandes en la parcela incluyeron 20

árboles de *Retrophyllum rospigliosii*, 15 de *Prumnopitys harmsiana*, y un individuo de *Ficus cuatrecasasiana*. El árbol más grande de parcela es un *R. rospigliosii* con DAP de 145,5 cm y altura de 47 m; el individuo más grande de *P. harmsiana* tiene un DAP de 128,3 cm y altura de 29 m.

Una tercera especie de Podocarpaceae, *Podocarpus oleifolius*, está presente en la parcela de la Reserva Numbala, pero como un componente menor del bosque, con un total de 5

individuos, un área basal de 0,31m² y valor de IVI de 1,12 sobre 200.

En el perfil estructural vertical del bosque (Figura 5), se determina los tres estratos bien definidos: dominante, codominante y dominado, asociados en su dosel superior especies de las familias Lauraceae, Clusiaceae, Bignoniaceae, Myrtaceae, Proteaceae y Moraceae.

Endemismo

Entre los 171 especies de árboles registrados en la Reserva Numbala se identificaron dos especies endémicas al Ecuador, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN) *Pouteria capacifolia* está en la categoría de amenaza en Peligro Crítico (CR), y

Meriana rigida está como Vulnerable (VU) (León-Yáñez et al., 2011).

Discusión

Composición Florística

Gentry (1982a, 1988^a), Phillips et al. (1994), Valencia et al. (1994) señalan que los bosques más diversos del planeta se encuentran en el neotrópico, Cabe recalcar que la presente investigación llegó a determinar 171 especies de árboles, reconociendo mayor diversidad, en relación a bosques similares del sur y norte del país.

Las especies exclusivas de los bosques nublados son *Podocarpus*, *Calatola*, *Gustavia*, *Tovomita*, *Hieronyma*, *Nectandra*, *Chrysochlamys*, *Clarisia*, *Ruagea*, y *Otoba* (Atlas de los Andes del Norte y Centro 2009), los datos de esta investigación en cuanto a la diversidad florística confirman similares características a las descritas.

Tabla 2. Datos dasonómicos por clases diamétricas de los 1091 individuos registrados en una hectárea de bosque nublado de la Reserva Numbala.

Nº Clase diamétrica	Clase diamétrica (DAP cm)	Nº Árboles/ha ⁻¹	Área basal/ha ⁻¹ (m ²)	Factor de forma promedio	Vol. Total/ha ⁻¹ (m ³)	DAP promedio (m)	HT promedio (m)
I	0 – 10	471	2,462	0,54	8,201	0,081	6,02
II	10,1 – 20	440	6,507		33,809	0,135	8,83
III	20,1 – 30	91	4,267		35,862	0,243	15,12
IV	30,1 – 40	25	2,299		23,700	0,341	18,98
V	40,1 – 50	16	2,411		27,611	0,437	20,84
VI	50,1 – 60	6	1,354		18,955	0,536	25,67
VII	60,1 – 70	6	1,934		29,785	0,640	28,17
VII	70,1 – 145,5	36	25,882	473,967	0,942	32,89	
TOTAL		1091	47,116		651,890		

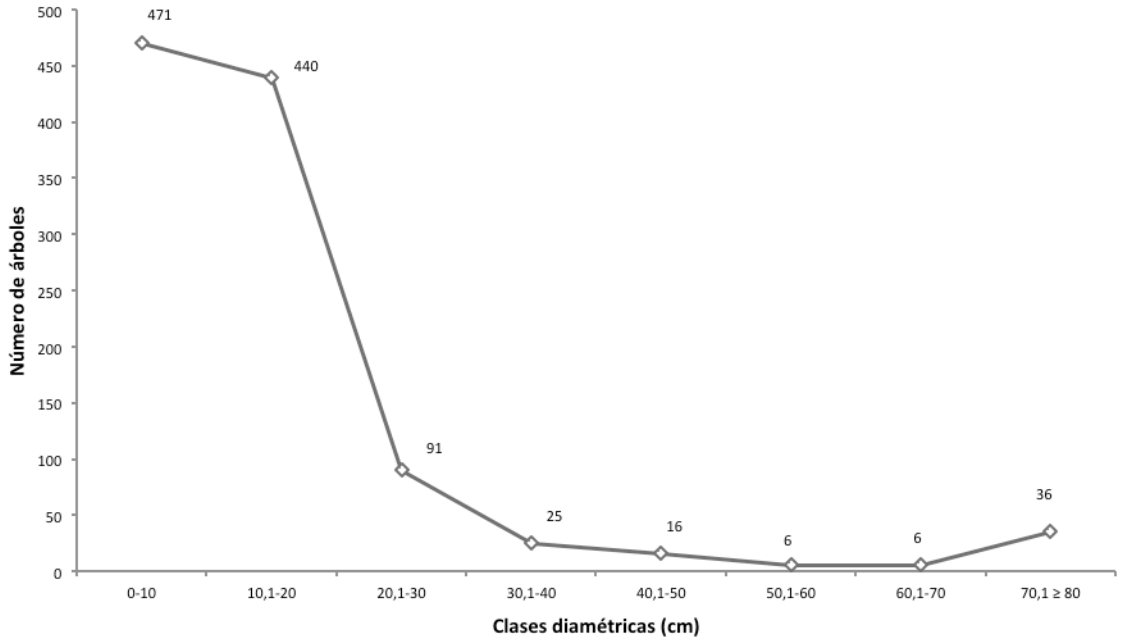


Figura 4. Curva de distribución diamétrica de los 1091 arboles ≥ 5 cm DAP en la parcela de la Reserva Numbala.



Figura 5. Perfil estructural vertical del bosque nublado de Numbala, en el transecto de 5 x 100 m (dentro de la parcela grande), tomando en cuenta los individuos ≥ 5 cm de dap.

Gentry (1995) y Atlas de los Andes del Norte y Centro (2009) señalan que las familias más diversas en el bosque nublado son Lauraceae, Rubiaceae y Melastomataceae, se corrobora en el presente estudio que las familias anotadas anteriormente presentan el mayor número de especies.

Estructura del Bosque

El volumen registrado en la parcela Numbala, es muy diferente a otros estudios realizados en ecosistemas similares; por ejemplo en el sector Cajanuma del Parque Nacional Podocarpus Sánchez y Rosales (2002) reconocieron un volumen de 284,95 m³/ha⁻¹, la marcada diferencia se basa en la dominancia de árboles de romerillos *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys harmsiana* con diámetros mayores a 70 cm y hasta 47 m de altura.

Debido a la continuidad de destrucción del bosque nativo es importante documentar la importancia y riqueza de estos ecosistemas, se ha estimado los parámetros dasonómicos que corresponden al registro total de árboles por hectárea, así, en la Figura 3 se muestra que, el mayor número de individuos se concentran en las clases diamétricas I y II (5-30 cm de DAP), mientras que, en la clase diamétrica VIII (> 70 DAP hasta un máximo de 145 cm DAP) se ubican la mayor cantidad de romerillos con una densidad de 35 árboles/ha, lo que indica que el bosque se encuentra en proceso de recuperación ya que la distribución diamétrica tiene la

forma de **J** invertida confirmando lo propuesto por Lamprecht (1990).

En la primera y segunda clase diamétrica se encuentran 911 árboles que constituyen el 83,51% del total registrado, esto significa que la mayoría de especies están dentro de este rango en el bosque nublado de Numbala y, es importante destacar que la capacidad de regeneración de éstas es significativo, suponiendo la permanencia del bosque.

Endemismo

Gentry (1982b) explica que la mayor riqueza en número de especies de plantas, ocurre en el neotrópico y especialmente en la cordillera de los Andes. Aunque existe una buena diversidad florística en la parcela Numbala, el endemismo es muy bajo. No obstante, si se compara estos bosques de reducida superficie con relación a las selvas tropicales lluviosas donde la alta riqueza específica se concentra en los árboles principalmente, se nota que la existencia y la naturaleza de los bosques nublados se explica por la combinación de varios factores determinantes, como la alta humedad, la altitud, la topografía, la influencia humana que puede alterar e incluso eliminar los bosques, las perturbaciones naturales, y como un factor que cobra cada día más importancia es el cambio climático, factor que también interviene en el dinamismo de la estructura y composición de los bosques (Young, 2006; Christopher *et al.* 1999).

***Retrophyllum*, *Prumnopitys* y el Parque Nacional Podocarpus**

Las dos especies dominantes de Podocarpaceae en la Reserva Numbala, *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys harmsiana*, estaban clasificados dentro del género *Podocarpus* en el sentido amplio (*sensu lato*) hasta la década de 1970 – *Podocarpus rospigliosii* Pilg. y *Podocarpus harmsianus* Pilg. (Pilger, 1923). Sin duda, los bosques dominados por árboles grandes de estas dos especies en el valle del Río Numbala estaban entre los principales objetivos de conservación cuando se iniciaba las acciones legales del Estado ecuatoriano para la declaratoria del Parque Nacional Podocarpus en la década de 1970, pero desafortunadamente, debido a problemas en la tenencia de la tierra y a los intereses comerciales de la industria maderera, el valle del Río Numbala en el lado occidental con sus áreas de bosques dominados por los árboles grandes de Podocarpaceae, fue excluido de los límites finales del Parque Nacional Podocarpus con la declaratoria definitiva del Parque en 1982 (J. Salinas, comunicación personal, 1986). Prácticamente el último remanente del “bosque gigante” de Podocarpaceae en la región es lo que se ha conservado en la Reserva Numbala. En el lado oriental del Río Numbala, dentro del Parque Nacional Podocarpaceae, existen árboles de las mismas especies de Podocarpaceae, pero no en la densidad y

gran tamaño que se ha registrado en la Reserva Numbala.

Retrophyllum rospigliosii tiene una distribución amplia en la Cordillera Oriental de los Andes en Venezuela, Colombia (Torres-Romero, 1988), Ecuador, Perú (Pennington et al., 2004) y Bolivia (Zenteno-Ruiz, 2007), por lo general entre 1600-2400 m de altitud. En Ecuador, *R. rospigliosii* ha sido registrado en las tierras bajas de la Amazonía a 600 m en la provincia de Sucumbíos (Colección *D. Neill & J. Salinas 7202*, año 1986, registrada en www.tropicos.org).

Por lo general, las especies de Podocarpaceae en los bosques neotropicales no son dominantes en los bosques, sino que generalmente se encuentran a baja densidad en bosques de alta diversidad, mezcladas muchas especies de diferentes familias y géneros de Angiospermas (Dalling et al., 2010). Sin embargo, hay evidencia que *Retrophyllum rospigliosii* es, o era, una excepción. En la literatura, hay reportes que habían en pasado “rodales puros” o bosques dominados por árboles grandes de *R. rospigliosii* en los bosques andinos de la cuenca del Río Magdalena en Colombia (Torres-Romero, 1988) y en Perú, en la región de Oxapampa, en el departamento de Pasco, de donde procedió el primer registro y descripción taxonómica de esta especie (Pennington et al, 2004; Pilger, 1923).

Todos estos reportes indican que los bosques gigantes de *R. rospigliosii* en los demás países andinos ya no existen actualmente, han sido talados por la extracción de madera. En este sentido, el bosque de la Reserva Numbala evidentemente es uno de los últimos ejemplares de un tipo de bosque andino dominado por *R. rospigliosii*, que anteriormente tenía una distribución mucha más amplia en los Andes tropicales.

Prumnopitys harmsiana, la segunda especie en la Reserva Numbala con un alto valor de importancia en la parcela inventariada, también tiene una distribución amplia en los bosques nublados de la Cordillera Oriental de los Andes desde Venezuela hasta Bolivia, similar a la distribución de *R. rospigliosii*. A diferencia de *R. rospigliosii*, sin embargo, no hay reportes publicados de “rodales puros” o bosques dominados ecológicamente por *P. harmsiana* ni por las demás especies de *Prumnopitys* en los Andes tropicales.

Aunque en la actualidad las especies de Podocarpaceae en el Neotrópico están prácticamente restringidas a los bosques nublados con el clima fresca de las montañas por arriba de los 1500 m.s.n.m., durante los dos millones de años de las épocas glaciales del Pleistoceno, hay evidencia que *Podocarpus* (en el sentido amplio) era un elemento común y relativamente abundante en las tierras bajas de la

Amazonía, según los perfiles de polen depositados en las lagunas amazónicas, (Colinvaux et al. 1996, 2000) lo que es un indicador de que el clima fue más frío en las tierras bajas en el Pleistoceno. El polen de los tres géneros neotropicales de Podocarpaceae, *Retrophyllum*, *Prumnopitys* y *Podocarpus* es muy similar, lo que no permite determinar con precisión cuales géneros y especies de Podocarpaceae estaban presente en las tierras bajas del la Amazonía durante el Pleistoceno.

Los valores de área basal de 47,13 m² ha⁻¹ y del volumen de madera de 652 m³ ha⁻¹, registrados en el bosque de Numbala, son cifras sumamente altas comparadas con otros bosques neotropicales. En particular, el área basal del bosque Numbala es mucho más alto que el promedio los bosques húmedos de las tierras bajas de la Amazonía, donde el área basal promedio es alrededor de 30 m² ha⁻¹ y los valores más altos de área basal entre las 227 parcelas permanentes registradas por RAINFOR, la Red Amazónica de Inventarios Forestales (www.rainfor.org) son de 40,2 m² ha⁻¹ en el estado de Pará, Brasil y 38,6 m² ha⁻¹ en la Guiana Francesa (Malhi et al., 2006). En este sentido, el bosque dominado por *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys harmsiana* en la Reserva Numbala, con 36 árboles con DAP mayor a 70 cm, es verdaderamente merecedor de la denominación de un “bosque gigante”. Sin embargo a nivel mundial, el bosque

de Numbala no tiene comparación con los “bosques gigantes” de la Conífera *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. (Cupressaceae) en la costa del Pacífico del norte de California, en donde en una hectárea se ha registrado el área basal de 378 m² ha⁻¹ con 113 árboles de *Sequoia* de los cuales 14 individuos en la hectárea inventariada tenían el DAP mayor a 400 cm (Sillett y Van Pelt, 2007).

Los rodales de árboles gigantes de Podocarpaceae en los Andes tropicales prácticamente han desaparecido, pero el bosque de la Reserva Numbala es testigo, y probablemente uno de los últimos remanentes, de este tipo de vegetación que hace 50 años o más todavía existía en los bosques nublados, tanto en Ecuador como en los demás países andinos.

Agradecimientos

Esta investigación fue realizada como parte de la tesis de grado de Ingeniería Forestal en la Universidad Nacional de Loja (UNL), de los primeros dos autores. Agradecemos a la fundación Naturaleza y Cultura Internacional (NCI) por brindar la oportunidad de realizar la investigación en la Reserva Numbala, el apoyo logístico y el mapa de la Reserva, y especialmente al Ing. Eduardo Cueva por la información sobre la historia de la Reserva Numbala y del Parque Nacional Podocarpus. Dejamos constancia de nuestro agradecimiento al personal

técnico del Herbario LOJA “Reinaldo Espinosa” de la UNL por la logística y apoyo brindado en el desarrollo de la investigación.

Literatura citada

- Aguirre, Z. y N. Aguirre. 1999. Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja N° 5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 30p.
- Atlas de los Andes del Norte y Centro. 2009. Secretaría General de la Comunidad Andina. Editorial Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2009-03566.
- Báez, S., J. Santiana & J. Guevara. 2012. Bosque siempreverde montano bajo del sur de la cordillera de los Andes. Pp. 41-43 *En* Ministerio del Ambiente del Ecuador. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Ambiental, Quito.
- Cerón C.E. 1993. Manual de Botánica, Sistemática, Etnobotánica y Métodos de Estudio en el Ecuador. Herbario “Alfredo Paredes” QAP, Escuela de Biología de la Universidad Central del Ecuador. Quito, EC. 315 p.
- Christopher, J., S. Prudense, N. Foster & S. Schneider. 1999. Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests. *Nature* 398: 306-310.
- Colinvaux, P. A., P. E. de Oliveira J. E. Moreno, M. C. Miller, & M. B. Bush. 1996. A long pollen record from lowland Amazonia: forest and cooling in glacial times *Science* 274: 85-88.

- Colinvaux, P. A., P. E. de Oliveira & M. B. Bush. 2000. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: the future of the aridity and refuge hypothesis. *Quaternary Science Reviews* 19: 141-169.
- Collinson, P.E. 1988. *An Introduction to World Vegetation*, 2nd Edition. Springer, New York.
- Dalling, J.W., P. Barkan, P.J. Bellingham, J.R. Healey & E.V.J. Tanner. 2011. Ecology and distribution of Neotropical Podocarpaceae. Pp.43-56 *En* B.L. Turner & L.A. Cemusak (eds). *Ecology of the Podocarpaceae in Tropical Forests*. Smithsonian Contributions to Botany 95: 1-270.
- Enright, N.J. & R.S. Hill. (editores). 1995. *Ecology of the Southern Conifers*. Melbourne University Press, Australia.
- Gálvez J., Z. Aguirre, O. Sánchez, y N. López. 2003. Estado actual de conservación y posibilidades del manejo del romerillo en la región Sur-Occidental del Parque Nacional Podocarpus. Ministerio del Ambiente, Herbario Loja, Programa Podocarpus, Loja, Ecuador. 155 Pp.
- Gentry, A. H. 1982a. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84.
- Gentry, A. H. 1982b. Neotropical floristic diversity: phyto-geographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 557-593.
- Gentry, A. H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest. *The New York Botanical Garden*. Pp. 103-126 *En* S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J. L. Luteyn (editors). *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. new York Botanical Garden, New York.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Trad. Antonio Carrillo. República Federal Alemana. (GTZ) GmbH.
- León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa Ulloa y H. Navarrete. (editores). 2011. *Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador*, 2da edición. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. 953 Pp.
- Lozano Sivisaca, D.C. y Yaguana Puglla, C.A. 2009. Composición florística, estructura y endemismo del bosque nublado de las reservas naturales: Tapichalaca y Numbala, cantón Palanda, Zamora-Chinchipec. Tesis de grado, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 202 Pp.
- Malhi, Y., D. Wood, T.R. Baker *et al.* [26 autores, incl. D.A. Neill]. 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology* 12: 1-32.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Ambiental, Quito. 136 Pp.
- Pennington, T.D., C. Reynel & A. Daza. 2004. *Illustrated Guide to the Trees of Peru*. DH Books, Sherborne, U.K.
- Phillips, O. L., P. Hall, A. H. Gentry, S. A. Sawyer & R. Vásquez. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91: 2805-2809.

- Pilger, R.K.F. 1923. *Podocarpus rosigliosii*. Notizblatt des Botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem 8(74): 273–274.
- Sánchez, O. y C. Rosales. 2002. Dinámica poblacional en el bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus, sector Cajanuma. Tesis Ing. For. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja
- Sillett, S.C. & R. Van Pelt. 2007. Trunk reiteration promotes epiphytes and water storage in an old-growth Redwood forest canopy. *Ecological Monographs* 77(3): 335-359.
- Torres-Romero, J.H. 1988. Podocarpaceae. *Flora de Colombia*, Vol. 5. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Valencia R., H. Balslev & G. Paz y Miño. 1994. High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and conservation* 3: 21-28.
- Young, K.R. 2006. Bosques húmedos, *En* R. Morales. et al., (eds). *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Zenteno-Ruíz, F.S. 2007. *Retrophyllum rospigliosii* (Podocarpaceae), un nuevo registro de Pino de Monte, en el noroeste de Bolivia. *Kempffiana* 3(2): 3-5.