

Diversidad arbórea y su relación con la pendiente en plantaciones de *Eucalyptus globulus*

Carlos Álvarez¹, Marcelo R. Arce-Carriel², Jaime Villacís¹

¹Laboratorio de Silvicultura y Centro de Biometría IASA, Departamento Ciencias de la Vida, Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE). Av. General Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador, P.O.BOX: 171-5-231B. E-mail: caapfenix@hotmail.com.

²Estación Agrometeorológica IASA - MA51, Departamento Ciencias de la Vida, Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE). Av. General Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador, P.O.BOX: 171-5-231B.

RESUMEN

El bosque alto andino ha sido desplazado por plantaciones de *Eucalyptus globulus*. Sin embargo muchos árboles silvestres que aún sobreviven dentro de estas plantaciones no han sido objeto de estudios; tampoco se ha investigado las relaciones existentes entre su diversidad y la pendiente del suelo donde se asienta el bosque. En este estudio se evaluó la abundancia, riqueza y diversidad vegetal en un bosque de los Andes dominado por *E. globulus* en dos tipos de pendientes (0 a 20 % y > al 20 %). Se establecieron 29 parcelas de 1 000 m² (14 sobre pendiente leve y 15 sobre pendiente alta). En todas las parcelas se contó el número de individuos de todas las especies presentes y se midieron 4 índices de diversidad biológica. En total, se registraron 1 845 individuos de 31 especies, pertenecientes a 24 familias, de las cuales la más abundante fue Asteraceae con 250 individuos. Las familias Asteraceae, Melastomataceae y Rosaceae presentaron mayor riqueza. Las especies endémicas de importancia fueron *Oreopanax ecuadorensis*, *Prunus serotina*, *Phyllanthus salviifolius*, *Baccharis latifolia*, *Monnina obtusifolia*, *Dalea coerulea* y *Salvia quitensis*. No se encontraron diferencias significativas en los índices de diversidad arbórea en los dos tipos de pendientes. Se concluye que los bosques alto andinos dominados por *E. globulus* albergan gran diversidad de especies vegetales, la que no difiere con la pendiente del suelo.

Palabras clave.- Abundancia, riqueza, bosque andino, plantaciones forestales, Ecuador.

ABSTRACT

Andean forest has been displaced by *Eucalyptus globulus* plantations. However, many relict trees that survive within these plantations have not been studied; neither the relationships between tree diversity and soil slope has been investigated. In this study abundance, richness and diversity in an

Andean forest dominated by *E. globulus* in two slope types (0 to 20% and > 20%) was evaluated. Twenty nine plots of 1 000 m² were established (14 on low slope and 15 on high slope). In each plot the number of individuals of each species was measured and 4 indices of biological diversity were estimated. In total, 1 845 individuals from 31 species, belonging to 24 families, (the most abundant was Asteraceae with 250 individuals) were measured. *Oreopanax ecuadorensis*, *Prunus serotina*, *Phyllanthus salviifolius*, *Baccharis latifolia*, *Monnina obtusifolia*, *Dalea coerulea* and *Salvia quitensis* species were endemic species of importance. No significant differences in tree diversity indices between the two types of slopes were found. It can be concluded that the high Andean forests dominated by *E. globulus* presented a great diversity of tree species, which does not differ according to the soil slope.

Keywords.- Abundance, richness, Andean forest, forest plantations, Ecuador.

ISSN 1390-3004

Recibido: 30-08-2017

Aceptado: 01-10-2017

INTRODUCCIÓN

Los bosques alto andinos del Ecuador son considerados como los hábitats más importantes en la conservación de la diversidad florística, ya que albergan el 64 % de la riqueza vegetal presente en el Ecuador (Jorgensen y León 1999). Sin embargo, los bosques andinos han sido destruidos debido al establecimiento de actividades antrópicas e implementación de plantaciones forestales de *Eucaliptus globulos* (León, 2006), especie exótica rústica, de rápido crecimiento, fácil adaptación, y gran valor comercial. La principal concentración de plantaciones de eucalipto en el Ecuador se encuentra entre Quito y Latacunga, pero se extienden hasta las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua (FAO, 2004).

Los bosques andinos presentan una topografía muy variada y las plantaciones de *E. globulos* que se encuentran dentro de estos bosques asentadas fueron establecidas hace muchos años. Estas plantaciones mantienen una variedad de flora propia de la formación vegetacional original (Sierra, 1999); además en estos hábitats, varias especies animales y vegetales se han habituado a la presión antrópica de la que son objeto (Pozo et al., 2006).

En este sentido, se hace necesario evaluar la diversidad de árboles y arbustos para determinar sus relaciones con la irregularidad topográfica que presentan los suelos donde se asientan los bosques. En el presente estudio se busca responder las siguientes preguntas: ¿Cómo están distribuidas las abundancias de las especies vegetales en un bosque andino dominado por *E. globulus*? ¿Existe relación entre la abundancia, riqueza y diversidad de especies y la pendiente del suelo?

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la hacienda El Prado ubicada en los Andes ecuatorianos (Latitud 00° 23' 20" S, Longitud: 78° 24' 44" O, altitud 2 748 m). El sitio corresponde a la formación vegetal matorral húmedo montano y al ecotono de los pisos zoogeográficos temperado y alto andino (Sierra, 1999; Albuja *et al.*, 2012).

Primeramente se determinó el área total y las áreas de bosque por tipo de pendiente. Para calcular el tamaño de la muestra se realizó un muestreo aleatorio estratificado, utilizando los resultados de un inventario preliminar (León, 2006). Se establecieron 29 parcelas de 1 000 m² en dos tipos de pendientes [14 sobre pendiente leve (< 20 %), y 15 sobre pendiente alta (> 20 %)]. En cada una de las parcelas se identificaron las especies con su respectivo número de individuos y se estimaron los índices de Berger Parker, Simpsons, y Shannon.

Para comparar los índices entre los tipos de pendientes se realizaron análisis de varianza mediante modelos mixtos (Di Rienzo *et al.*, 2014). Las observaciones se modelaron utilizando una estructura compuesta de correlación y la homocedasticidad entre tratamientos se modeló mediante varianzas independientes. La selección del modelo que mejor se ajustó se basó en los criterios de AIC y BIC. Además se realizó una prueba de comparación de medias LSD al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área total del bosque evaluado fue de 113 ha, de las que 40,68 ha presentaron pendientes bajas y 72,32 ha pendientes altas. Un total de 1 845 individuos de 31 especies y 24 familias, fueron registrados. La familia con mayor abundancia absoluta fue Asteraceae con 250 individuos y las de mayor riqueza fueron Asteraceae, Melastomataceae y Rosaceae, con 3 especies cada una.

Se apreció el dominio de unas pocas especies y familias botánicas, que agruparon más del 50% de la abundancia de individuos. Similares resultados han sido reportados en otros estudios realizados en bosques naturales (Hubbell, 1997; Galindo *et al.*, 2003; ter Steege *et al.*, 2013). La alta abundancia de la familia Asteraceae en los sitios evaluados, concuerda con lo reportado por Murakami *et al.* (2005) en bosques andinos ubicados a más de 3 000 m s.n.m. La especie con mayor abundancia fue *Phyllanthus*; sin embargo, otros estudios de bosques andinos del Ecuador, han reportado a *Miconia* spp., como el género con mayor abundancia (Ulloa y Jorgensen, 1995); en el presente estudio, dicho género fue uno de los menos abundantes, lo cual puede deberse a la mayor antropogenización del área de estudio del presente trabajo.

Oreopanax ecuadorensis, *Prunus serotina*, *Phyllanthus salviiifolius*, *Baccharis latifolia*, *Monnina obtusifolia*, *Dalea coerulea*, *Salvia quitensis*, fueron las especies endémicas de importancia registradas (Yánes y Ayala, 2007). En la actualidad, queda muy pocos remanentes del bosque andino, el hábitat original de la zona de estudio se ha reducido a pequeños parches rodeados de bosques de *E. globulus* (Pozo *et al.*, 2006). Sin embargo, el presente estudio muestra que en estas áreas aún subsiste una considerable diversidad de árboles y arbustos nativos, que puede proveer bienes y servicios ecosistémicos.

Diversidad biológica.- El valor promedio obtenido para el índice de Berger Parker fue de 0,49, lo que indica que el sitio presenta similar dominancia de especies. El índice de diversidad de Simpson presentó un valor promedio de 0,36, que de acuerdo a Smith (2001), corresponde a una diversidad media. Finalmente el valor promedio del índice de Shannon fue de 1,36 es decir por debajo del rango entre 1,5 y 3,5 que arrojan las comunidades vegetales equitativas (Magurran, 1988).

Los análisis de varianza, mostraron que los índices no presentaron diferencias significativas entre los tipos de pendiente (Tabla 1). Esto indica que la inclinación del terreno no influye en la diversidad de especies vegetales encontradas dentro de las plantaciones de *E. globulus*.

Tabla 1. Promedio \pm error estándar de los índices de diversidad vegetal en sitios con pendiente alta y leve de un bosque alto andino.

Índices	Pendiente		p-valor
	Alta	Leve	
Dominancia Berger-Parker	0.53 \pm 0.06 a	0.46 \pm 0.07 a	0,4321
Diversidad de Simpons	0.41 \pm 0.07 a	0.31 \pm 0.07 a	0,8264
Shanon-Wiener	1.46 \pm 0.18 a	1.26 \pm 0.17 a	0,9874

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

En bosques andinos naturales, el incremento de la pendiente disminuye la abundancia, riqueza y diversidad de especies vegetales, debido a que las zonas con mayor inclinación tienen condiciones más adversas para el establecimiento de la vegetación (Barreto *et al.*, 2010; Laurance *et al.*, 2010). En consecuencia dado que, en el presente estudio, la topografía no afectó la diversidad vegetal, la distribución de las especies vegetales residuales habituadas a bosques artificiales, podría estar determinada por procesos aleatorios (Quinto y Moreno, 2014). En base a estos procesos, las probabilidades de presencia de todos los organismos en una comunidad no dependerían de las condiciones del hábitat (He y Hu, 2005). Los resultados del presente estudio muestran que los bosques andinos con *E. globulus* presentan una moderada diversidad vegetal, la que no varía con las condiciones topográficas del terreno.

CONCLUSIONES

Se encontró una moderada diversidad de especies vegetales presentes en plantaciones de *E. globulus*, con dominancia de la familia Asteraceae. La diversidad y endemismo registradas en el sitio de estudio, permite tener argumentos preliminares para valorar este tipo de ecosistemas y plantear estrategias de conservación. Finalmente, la pendiente no presentó un efecto significativo sobre la diversidad de especies arbóreas, que parece estar determinada por otros factores externos que ameritan ser estudiados cuidadosamente.

AGRADECIMIENTOS

A los directivos de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas por dar las facilidades para el cumplimiento de nuestro trabajo de campo.

REFERENCIAS

- Albuja, L., A. Almendariz, R. Barriga, L.D. Montalvo, F. Cáceres & J.L. Román.** 2012. Fauna de Vertebrados del Ecuador. Instituto de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador.
- Barreto, J.S., A.J.D. Montoya, D.C. López & F.H. Hurtado.** 2010. Variación florística de especies arbóreas a escala local en un bosque de tierra firme en la Amazonia colombiana. *Acta Amazónica* 40 (1):179-188.
- Di Rienzo, J., F. Casanoves, M. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada & C.W. Robledo.** 2014. Infostat, versión 2014, grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación IT). 2004. Cambios en la cobertura forestal - Ecuador.
- Galindo, R., J. Betancur. & J.J. Cadena.** 2003. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá-Alto río Fonce, cordillera oriental colombiana. *Caldasia* 25: 313-335.
- He, F. & X.S. Hu.** 2005. Hubbell's fundamental biodiversity parameter and the Simpson diversity index. *Ecology Letters* 8: 386-390.
- Hubbell, S.P.** 1997. A unified theory of biogeography and relative species abundance and its application to tropical rain forests and coral reefs. *Coral Reefs* 16:S9-S21
- Jorgensen, P. & S. León.** 1999. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden Press/Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador/Herbario Nacional/ Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales/Departament of Systematic Botany, Aarhus University. Quito.
- Laurance, S., W.F. Laurance, A. Andrade, P.M. Fearnside, K.E. Harms, A. Vicentini, & R.C. Luizao.** 2010. Influence of soils and topography on Amazonian tree diversity: a landscape-scale study. *Journal of Vegetation Science* 21 (1): 96-106.

- León, H.** 2006. Caracterización del bosque de eucalyptus globulus de la hacienda El Prado Tesis de Ingeniería Agropecuaria. IASA-ESPE, Ecuador.
- Magurran, A.E.** 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton: University Press. 179p.
- Murakami, A. P. Jorgensen, C. Maldonado & N. Paniagua.** 2005. Composición florística y estructura del bosque de la ceja de monte en Yungas, sector de Tambo Quemado Pelecucho, Bolivia. Ecología en Bolivia. pp 325-338.
- Pozo W.E., I. Olmedo, & S. Espinoza.** 2006. Diversidad rodentológica en remanentes de bosque nativo y cercas vivas de la hacienda El Prado, serranía ecuatoriana. Boletín Técnico 6, Serie Zoológica 2: 33-44.
- Quinto, H. & F.H. Moreno.** 2014. Diversidad florística arbórea y su relación con el suelo en un bosque pluvial tropical del Chocó Biogeográfico. Revista Árvore 38 (6): 1123 -1132.
- Sierra, R.** 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito - Ecuador.
- ter Steege, H.N.C., D. Pitman, C. Sabatier, C. Baraloto, R.P. Salomao, J.E. Guevara, O.L. Phillips, C.V. Castilho, W.E. Magnusson & J.F. Molino.** 2013. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. Science, 342, 1243092.
- Ulloa, C. & P. Jorgensen.** 1995. Árboles y arbustos de los andes del Ecuador. Segunda edición. Ediciones Alya yala. pp. 25-35. Quito-Ecuador.
- Yáñez, L. & P. Ayala.** 2007. Flores nativas de Quito. Guía fotográfica. Quito, Ecuador.