

Riqueza y diversidad vegetal en un bosque siempreverde piemontano en los Andes del sur del Ecuador**Richness and Vegetation diversity in a submontane evergreen forest in the Andes of southern Ecuador**

Jiménez Leticia^{1*}, Gusmán Johana¹, Capa-Mora Daniel¹ Quichimbo Pablo¹²³ Mezquida Eduardo T.⁴, Benito Marta⁵, Rubio Agustín⁶

1 Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador.

2 Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Campus Yanuncay. Cuenca, Ecuador.

3 Institute of Landscape Ecology, WWU – University of Muenster, Germany

4 Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.

5 Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.

6 Departamento de Sistemas y Recursos Naturales, Universidad Politécnica de Madrid. España

* Autor para correspondencia: lsjimenez@utpl.edu.ec; jpgusman@utpl.edu.ec; edcapa@utpl.edu.ec

Recibido 07 de abril del 2017

Aceptado: 21 de junio del 2017

Resumen

Se detalla la riqueza y la diversidad de las especies florísticas en una hectárea de bosque siempreverde piemontano en la provincia de Zamora Chinchipe. La riqueza y diversidad evaluada en este tipo de bosque aportarán al conocimiento de estos ecosistemas tropicales que están siendo fuertemente alterados. Se identificó las especies arbóreas mayores a 2 cm de diámetro en parcelas de 10 x 10 m, y las especies herbáceas en parcelas de 2 x 2 m. Se muestreó un total de 1412 individuos de los cuales el estrato arbóreo fue el predominante con 35 familias y 97 especies, en cambio para el estrato herbáceo se identificaron 16 familias y 27 especies. Las principales familias identificadas para (1) el estrato arbóreo fueron Rubiaceae, Melastomataceae y Moraceae y para (2) el estrato herbáceo fueron Araceae, Dryopteridaceae y Marattiaceae. La riqueza y la diversidad de las especies arbóreas y herbáceas, en el área de estudio, fueron relativamente altas para ambos estratos. Esa riqueza y diversidad podría darse

probablemente por la variación a nivel de micrositio de las características edáficas y topográficas, para lo cual se requiere profundizar en la investigación.

Palabras clave: riqueza de especies, índice de diversidad, bosque tropical

Abstract

It details the richness and diversity of the floristic species in one hectare of submontane evergreen forest in the province of Zamora Chinchipe. The richness and diversity evaluated in this type of forest will contribute to the knowledge of these tropical ecosystems that are being strongly altered. Tree species greater than 2 cm in diameter were identified in plots of 10 x 10 m and herbaceous species in plots of 2 x 2 m. A total of 1412 individuals were sampled, of which the arboreal stratum was predominant with 35 families and 97 species, whereas for the herbaceous stratum 16 families and 27 species were identified. The main families identified for (1) the tree stratum were Rubiaceae, Melastomataceae and Moraceae and for (2) the herbaceous stratum were Araceae, Dryopteridaceae and Marattiaceae. The richness and diversity of arboreal and herbaceous species in the study area were relatively high for both strata. This richness and diversity could probably be due to the variation at the microsite level of the edaphic and topographic characteristics, for which further research is required.

Key Words: species richness, diversity index, tropical forest

Introducción

Espacialmente los bosques tropicales se sitúan en la zona ecuatorial, en las que existe estabilidad climática, menor estacionalidad, altas temperaturas y pluviosidad, éstas características han permitido que en estos bosques el número de especies vegetales sea mayor (Gentry, 1986); según menciona Leigh (1975) común encontrar sobre los árboles diferentes especies de orquídeas, bromelias, helechos y musgos, así como arbustos y hemiepífitas, siendo las palmas un importante componente de estos tipos de bosques (Pitman et al., 2001). En los bosques tropicales la vegetación dominante pertenece al estrato arbóreo arbóreo, esto debido a que los árboles superiores impiden que la mayor parte de la luz solar alcance el suelo, lo que hace difícil el crecimiento de especies de menor tamaño (Schroth & Sinclair, 2003). Varios estudios señalan que de hecho los bosques de la Amazonia alta pueden ser los más ricos en especies arbóreas del mundo (Gentry, 1988; Myers et al., 2000). Un estudio reportado para la Amazonia de Ecuador,

a 260 msnm señala que en 1 ha se encontraron 473 especies de árboles pertenecientes a 54 familias que incluye 187 géneros (Valencia et al., 1994); en cambio en Colombia en 95 parcelas de 0,1 ha se encontraron 60 familias, 271 géneros sobre las 1077 especies arbóreas Duivenvoorden & Lips (1995). Ésta diversidad de los bosques tropicales es alta debido a características como el relieve, clima y factores edáficos que al interactuar con los organismos bióticos crean diferentes hábitats (Gentry & Emmons, 1987).

En Ecuador los bosques tropicales de montaña presentan un gran número de microclimas, lo que genera una variada diversidad biológica, sin embargo, esta se puede ver afectada debido a factores antrópicos, ya que la compleja topografía de estos ecosistemas, podría ayudar al desequilibrio ecológico provocado por factores humanos y naturales (Aguirre, 2004).

En la actualidad la información acerca del incremento de especies reportadas es muy alta y aún así se considera que deben existir miles de especies no estudiadas e información todavía no disponible (Turner, 2001).

Considerando que la diversidad de los bosques ecuatorianos está siendo amenazada, por las constantes talas y avance de la frontera agrícola, lo que a la vez causa una alta pérdida de diversidad de especies; es importante generar información sólida y ordenada, con registros de riqueza y diversidad de las especies vegetales, los cuales podrán ser utilizados como indicadores ecológicos y a la vez apoyar a la conservación de estos bosques (Gentry, 1992).

Materiales y métodos

Área de estudio

El trabajo se desarrolló en la provincia de Zamora Chinchipe, en el sector Mutinza, ubicado entre las coordenadas UTM: 9582285,7787 N y 752868,334 E (Figura 1), está comprendida en un rango altitudinal entre 889 y 946 msnm. La cobertura vegetal del área de estudio presenta características de un bosque siempreverde piemontano con especies como *Iriartea deltoidea*, *Grias peruviana*, *Piper cuspidispicum* (Ministerio del Ambiente, 2012). La precipitación media anual es de 2100 mm y la temperatura promedio de 25°C (Maldonado, 2002). Los suelos se han edificado a partir de materiales del paleozoico por la presencia de rocas ígneas jurásicas, de rocas sedimentarias cretácicas de edad mesozoica y de una gama de depósitos superficiales del Cuaternario. En la región que incluye la zona de estudio los suelos dominantes son Fluventic

Topaquepts (Instituto Ecuatoriano de Minería DGGM, 1986). En lo que se refiere a las propiedades físicas y químicas del suelo se estima que los suelos son ácidos con un pH entre 4,5 – 6,0, el contenido de materia orgánica varía entre 4% y 7% además estos suelos son de textura arcillosa a franco arcillosa, con densidad aparente para el horizonte superficial de 0,7 a 1 g/cc (Jiménez et al., 2007).

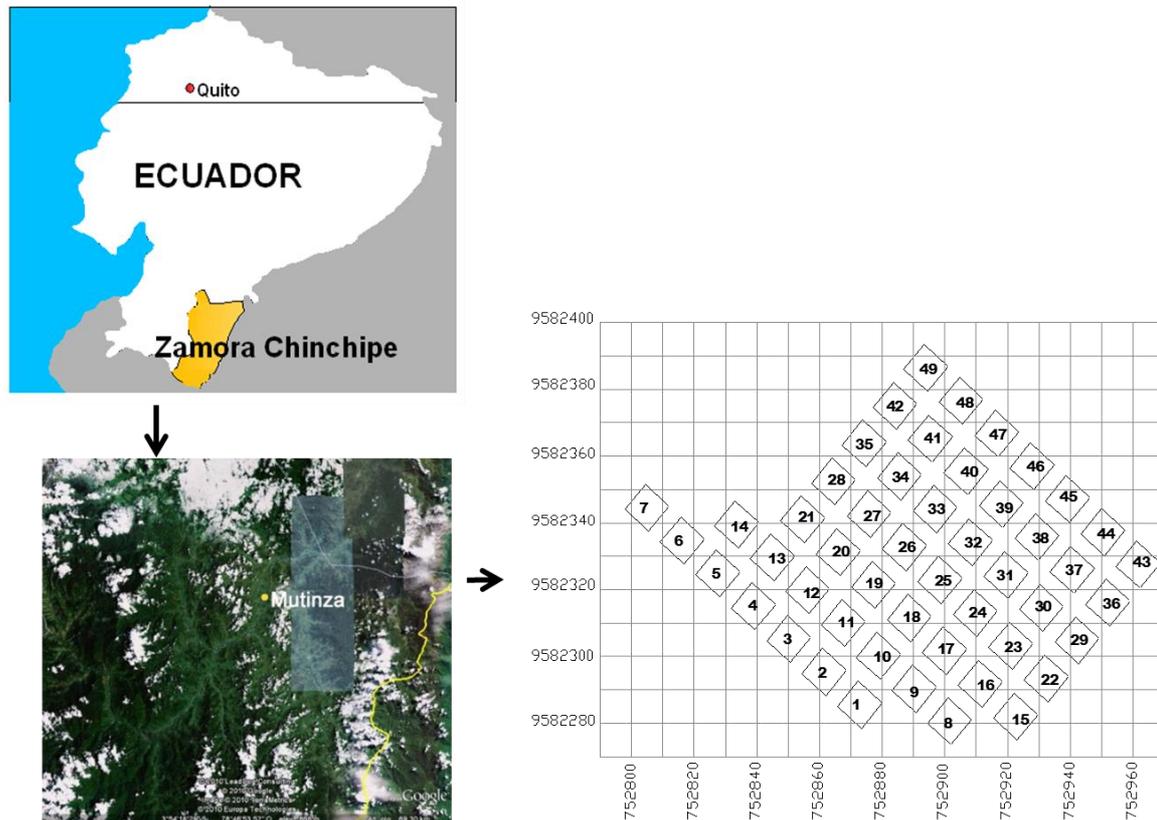


Figura 1. Ubicación y disposición de las parcelas en el área de estudio

Muestreo vegetal

Se delimitó 1 ha en el bosque siempreverde piemontano debido a que parcelas de este tamaño son utilizadas para determinar la diversidad alfa en un bosque tropical lluvioso (Poulsen et al., 2006) y se establecieron 49 parcelas de 10 x 10 m, con una separación entre ellas de aproximadamente 5 m (Figura 1). En cada parcela se realizó el inventario florístico de todas las especies con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 2 cm que incluyó: árboles, arbolillos y arbustos. Para las especies herbáceas se utilizó una parcela de 2 x 2 m, ubicada dentro de la parcela de 10 x 10 m en la que se registró la abundancia. Todas las especies fueron colectadas e identificadas en el herbario de la Universidad Particular de Loja y en el Herbario de la Universidad Nacional de Loja.

Análisis de datos

La riqueza de las especies se determinó con el conteo de los individuos de cada especie presente en cada parcela de estudio.

La diversidad florística se determinó, para cada parcela, con el índice de Shannon–Wiener.

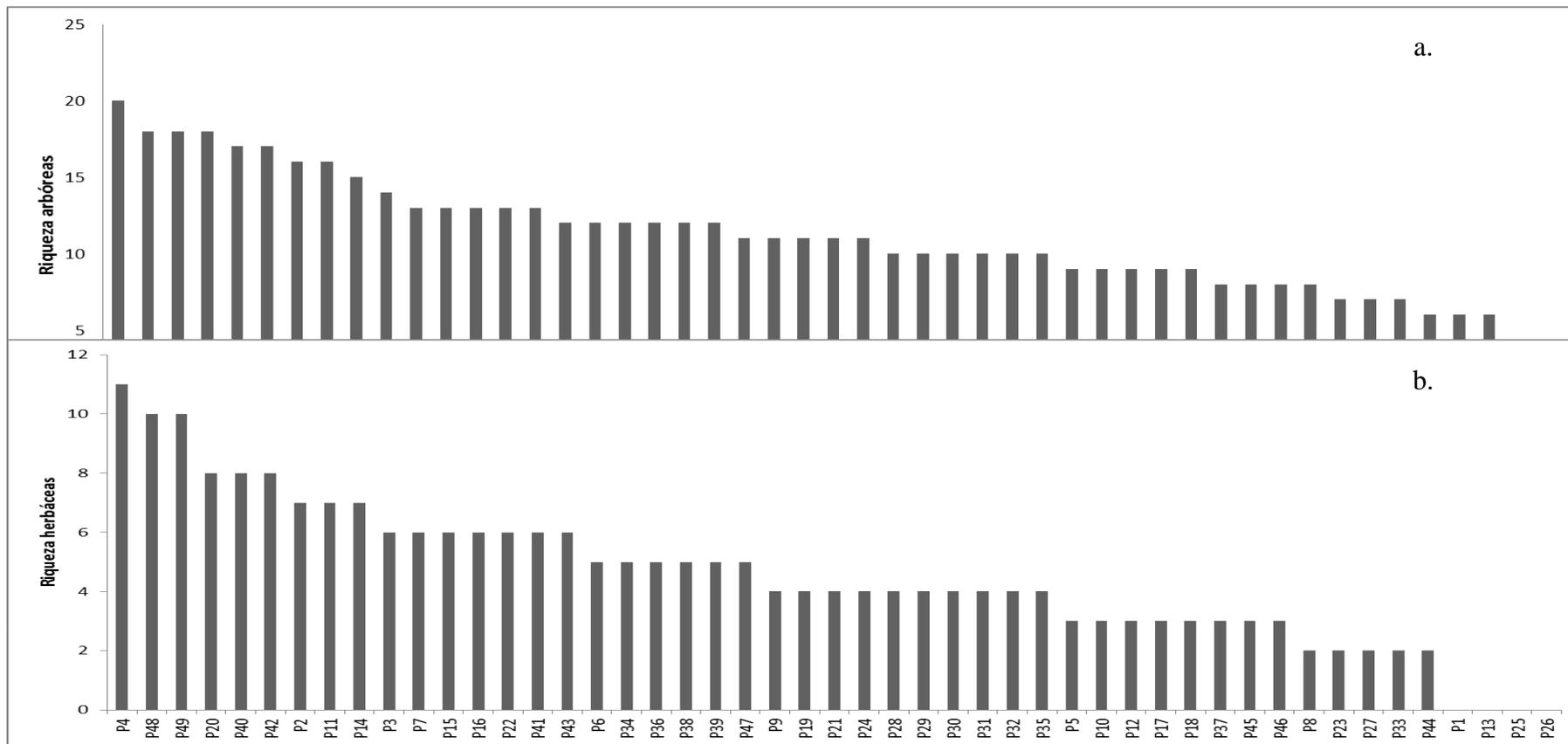
Resultados

En las 49 parcelas se cuantificó un total de 1412 individuos, de los cuales 1091 correspondieron al estrato arbóreo, que incluyeron a 35 familias, 68 géneros y 97 especies. En el caso de las especies herbáceas, se cuantificaron 321 individuos para el total de las parcelas, que fueron catalogados en 16 familias, 23 géneros y 27 especies. Se estimó una riqueza entre 4–19 especies arbóreas por parcela (100 m² cada parcela). Las familias de especies arbóreas más abundantes fueron: Rubiaceae (22 especies), Melastomataceae (11 especies), Moraceae (9 especies), Lauraceae (7 especies) Euphorbiaceae (6 especies).

En este estudio se encontró que las familias con especies no arbóreas más diversas fueron: Araceae (con 4 especies), Dryopteridaceae (3 especies), Marattiaceae (3 especies) y Pteridaceae (3 especies). En cambio los géneros de especies herbáceas más diversos fueron *Danaea* (9 especies), *Adiantum* (2 especies) y *Diplazium* (2 especies).

En la figura 2a se observa que las parcelas con mayor número especies corresponde a las parcelas 2, 16, 20 49, mientras que las de menor número de especies son las parcelas 10, 26 y 42, y un dato importante a recalcar es que la parcela 46 no presentó ninguna especie arbórea.

Por otra parte, la figura 2b indica que la mayor presencia de especies herbáceas está en las parcelas 4, 48, 49, y las de menor número son las parcelas 8, 23, 27, 33 y 44, y con cero especies las parcelas 1, 13, 25 y 26.



En la figura 3 se puede observar la abundancia de familias, siendo la *Arecaceae* y *Lecythidaceae* las que presentan mayor número de individuos, con 1 y 2 especies respectivamente.

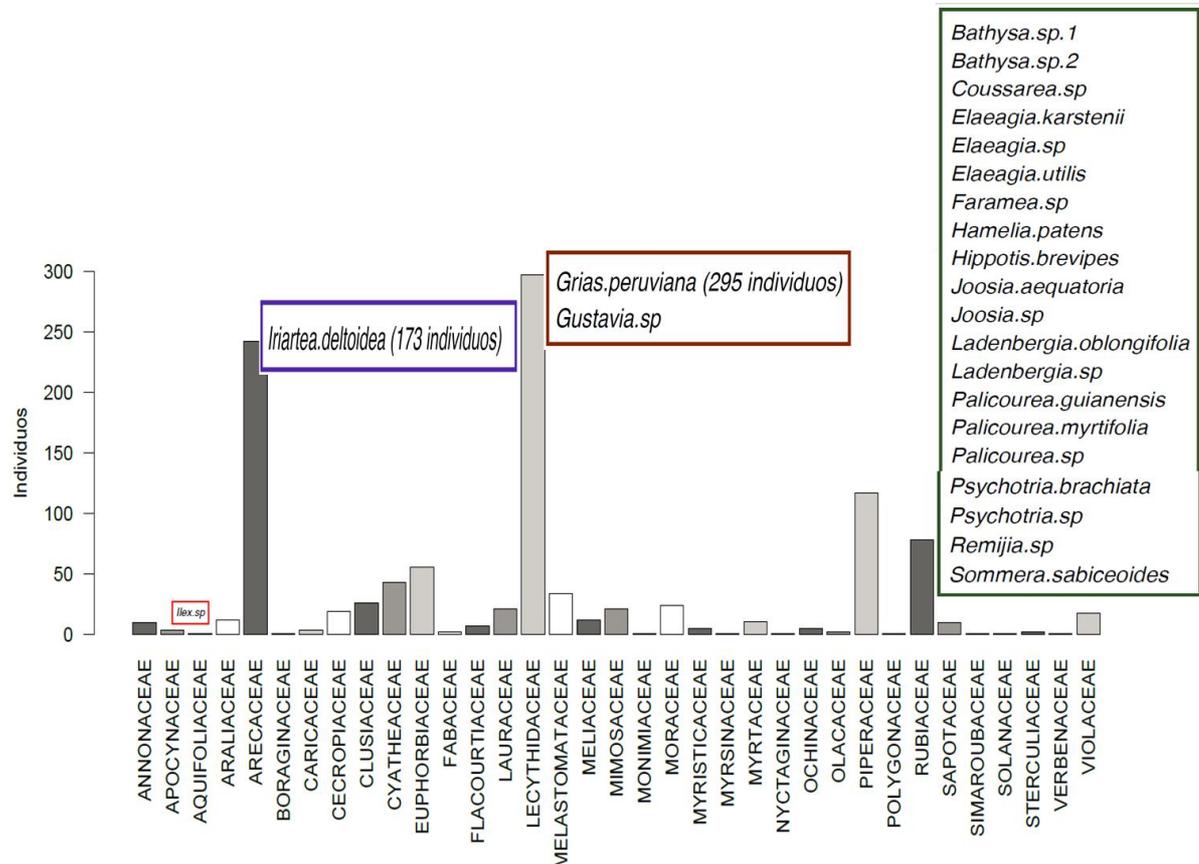


Figura 3. Abundancia por familias arbóreas

Las familias de herbáceas que presentaron un mayor número de individuos fueron *Araceae* con 55 individuos y *Lomariopsidaceae* con 53 individuos (Figura 4); estas familias son las dos más representativas de nuestro muestreo. Las familias *Bignoniaceae*, *Dioscoreaceae*, *Mendoniaceae* fueron las de menor presencia, con sólo un individuo en las 49 parcelas de estudio.

Para el componente herbáceo la especie que tuvo el mayor porcentaje de representatividad en la comunidad vegetal con 53 individuos fue *Bolbitis lindigii*, con un 16,51 % del total de individuos herbáceos y la especie menos abundante fue *Caladium sp* con 4 individuos.

En lo que se refiere al índice de Shannon-Wiener, los resultados nos indican una valores de 3,4 para las especies arbóreas y 2,75 para las especies herbáceas.

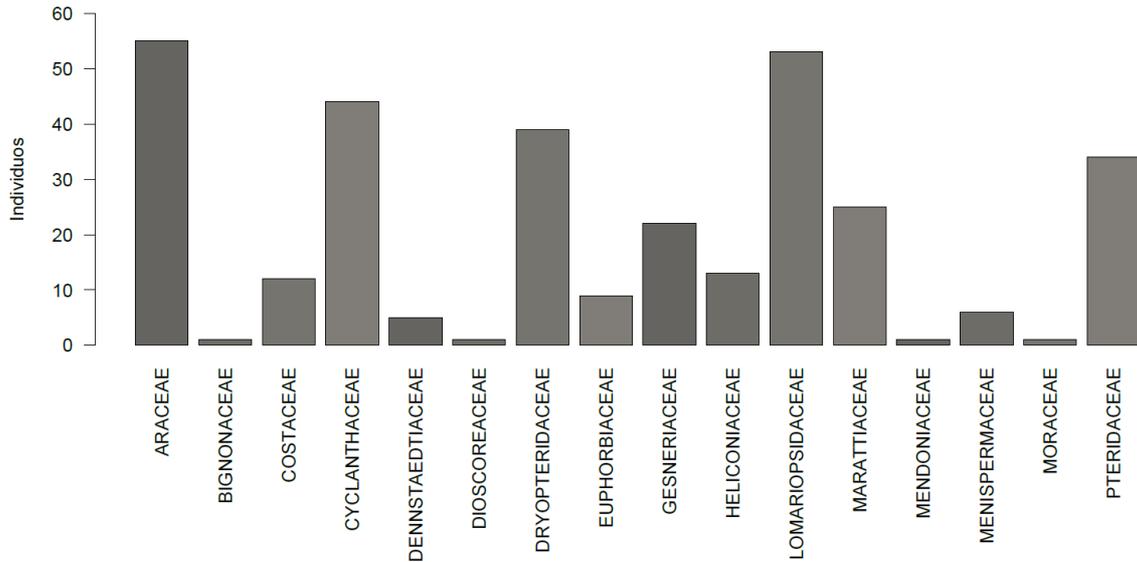


Figura 4. Abundancia de familias de herbáceas

Discusión

El número de familias, géneros y especies de árboles presentes en el área de estudio son muy similares a los reportados en una hectárea de bosque húmedo premontano tropical en Perú, encontrando 37 familias, 67 géneros y 102 especies, por otra parte, si lo comparamos con un estudio realizado por Yaguana et al. (2012) y Marcelo-Peña & Reynel (2014), el número de familias, géneros y especies resultan relativamente bajos, debido a que Ellos reportaron más de 170 especies para una superficie similar. Es conocido que el número de especies es dependiente del tamaño de las parcelas (Gentry, 1992), los resultados de este trabajo son similares en riqueza específica a los reportados por Rocha-Loredo et al. (2010) en parcelas de 1000 m² en un bosque tropical caducifolio, donde el número de especies varió entre 13 y 18. Un valor mucho más alto hallaron Duivenvoorden y Lips (1995) en Colombia, con parcelas de 1000 m², cuyos rangos de riqueza oscilaron entre 4 y 57 especies arbóreas. En nuestro estudio la parcela 2 presentó mayor número de especies (19) y la parcela 42 el menor número de especies (3) (Figura 2a), esto podría darse por varias razones como la topografía, propiedades edáficas, las características estructurales de la vegetación, competencia por luz (Costa, 2005; John et al., 2007; Jiménez et al., 2016).

Los bosques tropicales son también ricos en especies no arbóreas (Gentry, 1992), como las herbáceas. Una diversidad mucho mayor encontró Poulsen (1996) en Brunei (Asia), reportando 92 especies de herbáceas en una superficie de una hectárea. El mismo autor, en el año 2006 en un bosque tropical lluvioso en la Amazonía

ecuatoriana (Cuyabeno) en 1 ha encontró, 29 especies de Pteridofitas, 70 especies de herbáceas y 24 especies de palmas. El rango de riqueza de especies de herbáceas por parcela fue de 2 a 11 especies (Figura 2b).

En otros estudios locales se observó un patrón similar en abundancia, así lo indican Aguirre et al. (2003) en Zamora Chinchipe, siendo las familias Moraceae y Rubiaceae las más diversas, en la misma línea Quizhpe et al. (2016) manifiesta que además de las familias mencionadas por Aguirre et al. (2003), también están entre las más diversas las familias Euphorbiaceae, Lauraceae, Meliaceae y Fabaceae, En este estudio los géneros con mayor número de especies fueron: *Miconia* (6 especies), *Piper* (5 especies), *Nectandra* (4 especies), *Palicourea* (4 especies). Datos diferentes encontraron Marcelo-Peña y Reynel (2014) en un bosque húmedo premontano tropical en Perú, donde los géneros más diversos fueron *Ficus* (10), *Ocotea* (8), *Miconia* (6) e *Inga* (4). Esta diferencia posiblemente se deba a características singulares de cada sitio de estudio, debido a que la vegetación de los bosques tropicales es muy diversa incluso a escalas de 0,1 ha o aún menores (Gentry, 1992).

La familia Lecytidaceae fue la que presentó un mayor número de individuos, 297 individuos correspondientes a dos especies arbóreas, seguida de la familia Arecaceae con 242 individuos y Piperaceae con 117 individuos; estas tres familias son las más representativas de nuestro muestreo y constituyen el 60,12 % del total de individuos (Figura 3). Esto es muy similar a lo comentado por Lü et al. (2010) quien reportó que Lecythydaceae tuvo 104 individuos y estuvo representado por una sola especie, siendo la familia más abundante en una hectárea de bosque tropical. En cambio, en el estudio realizado por Marcelo-Peña y Reynel (2014), las cinco familias más abundantes representaron el 73,4 % del total de individuos. Las familias Aquifoliaceae, Boraginaceae, Melastomataceae, Monimiaceae, Myrsinaceae, Nyctaginaceae, Polygonaceae, Simaroubaceae, Solanaceae, Verbenaceae, fueron las de menor presencia en este estudio, con un único individuo encontrado en las 49 parcelas muestreadas.

A nivel específico, las especies de arbóreas más abundantes en las 49 parcelas fueron *Grias peruviana*, con 295 individuos, e *Iriartea deltoidea*, con 173 individuos. Estas dos especies constituyeron el 43 % del total de los individuos arbóreas, lo que coincide con otros trabajos desarrollados en este tipo de ecosistemas. Por ejemplo, Pitman et al. (2001) encontraron que *Iriartea* fue la especie más abundante y estuvo presente en el 73

% de las parcelas de Ecuador y el 56 % de las de Perú, un porcentaje mayor fue encontrado en las parcelas de esta investigación, con un 92 %. En el caso de un estudio realizado por Valencia (1994) encontró que las especies arbóreas encontradas en una hectárea en la amazonia del Ecuador estaban conformadas por *Warscewiczia coccinea*, *Mabea maynensis*, *Matisia ochrocalyx*, *Pseudolmedia laevigata* y *Miconia affinis*, Al contrario, las especies menos abundantes de esta exploración fueron *Aegiphila* sp y *Axinaea* sp, con un solo individuo.

El número de 27 especies herbáceas identificadas en el área de estudio no resulta un valor excepcional en este tipo de ecosistemas si lo comparamos con otros trabajos realizados en ecosistemas similares (Gentry, 1988). Así, en áreas de mayor tamaño a la nuestra, en 100 km², se han identificado 26 familias y 87 especies herbáceas (Costa et al., 2005).

Generalmente, los valores para este índice oscilan entre 1,5 y 3,5, que se puede considerar como una alta diversidad, esto concuerda con lo indicado por Magurran (2004), que pocas veces se encuentra valores superiores a 4; aunque en zonas similares se han encontrado valores ligeramente más elevados a los de este estudio, como es el caso de lo reportado por Lü et al. (2010) y Naidu & Kumar (2016), que encontraron en bosques tropicales (1 ha) índices promedios de 3,82 y 3,87, respectivamente. En esa línea una investigación realizada por Palacios et al., (2016) en un bosque siempreverde montano bajo en Zamora Chinchipe encontraron valores de 4,25 para el estrato arbóreo, lo que indicaría que ese bosque no ha sido intervenido en aproximadamente 25 años.

Conclusiones

La riqueza y diversidad local de especies, arbóreas y herbáceas fue relativamente alta para ambos estratos, encontrando ciertas similitudes pero también diferencias florísticas al compararlo con otros estudios. Se cuantificaron un total de 1412 individuos de especies arbóreas pertenecientes a 35 familias, 68 géneros y 97 especies. Los 321 individuos de herbáceas encontrados en las parcelas correspondieron a 16 familias, 23 géneros y 27 especies. Las familias Rubiaceae, Melastomataceae y Moraceae fueron las que mayor número de especies arbóreas presentaron; y Araceae, Dryopteridaceae y Marattiaceae fueron las familias con mayor número de especies herbáceas.

El 50 % del total de individuos estuvo distribuido en tres familias arbóreas, Lecytidaceae, Arecaceae y Piperaceae, de las cuales *Grias peruviana*, *Iriarte*

deltoidea, *Piper cuspidispicum* y *Prestoea acuminata* fueron especies importantes para este tipo de bosque por el número total de individuos encontrados en la hectárea de estudio; las familias de herbáceas más representativas fueron Bignoniaceae, Dioscoreaceae y Mendoniaceae. Las familias, géneros y especies encontradas, posiblemente tengan un gran potencial ecológico, medicinal y/o económico, de ahí parte uno de los varios motivos para conservar estos bosques que están siendo seriamente amenazados. Esa riqueza y diversidad podría darse probablemente por la variación a nivel de micrositio de las características edáficas y topográficas, para lo cual se requiere profundizar en la investigación.

Bibliografía

- Aguirre, Z., Cabrera, O., Sánchez, A., Merino, B., & Maza, B. (2003). Composición florística, endemismo y etnobotánica de la vegetación del Sector Oriental, parte baja del Parque Nacional Podocarpus. *Lyonia*, 3(1): 5-14.
- Aguirre, Z. (2004). La diversidad de la región amazónica del Ecuador. En Aguirre, Z; Maldonado, N. Ecosistema, Biodiversidad, Etnias, Y Cultura De La Región Amazónica Ecuatoriana Universidad Nacional De Loja-Promsa, Loja, Ecuador.
- Costa, F.R.C., Magnusson, W.E., Luizao, R. C. (2005). Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology*, 93: 863-878.
- Duivenvoorden, J.F., & Lips, J.M. (1995). A land-ecological study of soils, vegetation, and plant diversity in Colombian Amazonia. The Tropenbos Foundation. The Netherlands. Wageningen.
- Gentry, A.H. (1986). Patterns of neotropical plant species diversity. In Hecht, M., Wallace, B., Prance, G. (Eds.). *Evolutionary Biology*. Springer.
- Gentry, A.H., & Emmons, L.H. (1987). Geographical variation in fertility, phenology, and composition of the understory of neotropical forest. *Biotropica* 19, 216-227.
- Gentry, A. (1988). *Annals of the Missouri Botanical Garden. Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1:75, 1-34.
- Gentry, A.H. (1992). Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos*, 63, 19-28. doi: 10.2307/3545512
- Instituto Ecuatoriano de Minería. (1986). Compilado del IGM. Paquisha, escala 1:100000, hoja 76.

- Jiménez, L.S., Mezquida, E.T., Benito, M., & Rubio, A. (2007). Cambio en las propiedades del suelo por transformación de áreas boscosas en pastizales en Zamora-Chinchipe (Ecuador). *Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 22, 65-70.
- Jiménez, L.S., Capa-Mora, D., Quichimbo, P., Mezquida, E.T., Benito, M., & Rubio, A. (2016). Influencia de las características ambientales en la composición florística de un bosque siempreverde piemontano. *Bosques Latitud Cero*. 6(2): 1-16.
- John, R., Dalling, J.W., Harms, K.E., Yavitt, J.V., Stallard, R.F., Mirabello, M., Hubbell, S.P., Valencia, R., Navarrete, H., Vallejo, M., & Foster, R.B. (2007). Soil nutrients influence spatial distributions of tropical trees species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 104 (3): 864-869.
- Leigh Jr, E.G. (1975). Structure and climate in tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 6: 67-86.
- Lü, X.T., Yin, J.X, & Tand, J.W. (2010). Structure, tree species diversity and composition of tropical seasonal rainforest in Xishuangbanna, South-West China. *Journal of Tropical Forest Science*, 22(3): 260-270.
- Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Publishing
- Maldonado, N. (2002). *Clima y Vegetación de la Región Sur del Ecuador*. In Aguirre, Z., Madsen, J., Cotton, E., Balslev, H. (Eds.). Botánica Austroecuatorialiana: Estudios sobre los Recursos Vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Ediciones Abya Yala, Quito. Ecuador.
- Marcelo-Peña, J., & Reynel, C. (2014). Patrones de diversidad y composición florística de parcelas de evaluación permanente en la selva central de Perú. *Rodriguésia*, 65(1): 035-047.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca G.A.B & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(25): 853-858.
- Naidu, M.T., & Kumar, O.A. (2016). Tree diversity, stand structure, and community composition of tropical forest in Eastern Ghats of Andhra Pradesh, India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 9: 328-334.

- Palacios, B., Aguirre, Z., Lozano, D., & Yaguana, C. 2016. Riqueza, estructura y diversidad arbórea del bosque montano bajo, Zamora Chinchipe – Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 6(2): 104 – 117.
- Pitman, N.C.A., Terborgh, J., Silman, M.R., Nuñez, P., Neill, D.A., Cerón, C.E., Palacios, A., & Aulestia, M. (2001). Dominance and distribution of tree species in upper amazonian terra firme forest. *Ecology*, 8(82), 2101 -2117. doi: 10.1890/0012-9658(2001)082[2101:DADOTS]2.0.CO;2
- Poulsen, A.D. (1996). Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rainforest in north-west Borneo. *Journal of Tropical Ecology*. 12: 177-190-
- Poulsen, A.D., Tuomisito, H., & Balslev, H. (2006). Edaphic and floristic variation within a 1-ha plot of lowland Amazonian rain forest. *Biotropica*, 38, 468-478.
- Quizhpe, W., Aguirre, Z., & Aguirre, N. (2016). Red de parcelas permanentes en el sur del Ecuador, herramienta para el monitoreo de la dinámica de la flora y vegetación. *Bosques Latitud Cero* 6(2): 1-13.
- Rocha-Loredo, A.G., Ramírez-Marcial, N., & González-Espinosa, M. (2010). Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la depresión de Chiapas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 87, 89-103.
- Schroth, G., & Sinclair, F.L. (2003). Impacts of trees on the fertility of agricultural soils in trees, crops and soil fertility: concept and research methods. CABI publishing, USA.
- Turner, I.M. (2001). The ecology of trees in the tropical rain forest. Cambridge University. New York.
- Valencia, R., Balslev, H., Paz & Miño, G. (1994). High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 3, 21-28.
- Yaguana, C., Lozano, D., Neill, D., & Asanza, H. (2012). Diversidad florística y estructura del bosque nublado del Río Numbala, Zamora-Chinchipe, Ecuador: El “bosque gigante” de Podocarpaceae adyacente al Parque Nacional Podocarpus. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología* 1(3): 226-247.