

Diversidad florística de tres sitios de un bosque siempreverde piemontano de la región oriental amazónica del Ecuador

Floristic Diversity of three Locations of a Piemontano Evergreen Forest in the Ecuadorian Eastern Amazon Region.

Edison Samaniego, Yudel García, David Neill, Yasiel Arteaga, Julio Cesar Vargas, Lizzaida Rojas

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador.

esamaniego@uea.edu.ec

Resumen

Se evaluó la diversidad florística de tres sitios de un bosque siempreverde piemontano de la región oriental amazónica del Ecuador. Se realizó un inventario florístico a partir de 25 parcelas de 20 x 20 m (400 m²) por sitio y se validó el esfuerzo de muestreo mediante la curva área especie. Se determinaron medidas de diversidad alfa y beta. Los resultados permitieron comprobar a través de la curva de rarefacción que los sitios no difieren significativamente en cuanto a la riqueza de especies ya que los intervalos de confianza al 95 % se solaparon, aunque existieron diferencias en el número de individuos para cada uno de los sitios, resultando varios propietarios con una menor abundancia, le sigue San Juan de Piatua y por último Veinte de Abril, asociado a la influencia de la acción antrópica. El área presentó una alta diversidad florística y reveló similitud florística entre los tres sitios de estudio. El análisis de conglomerados jerárquicos permitió la clasificación de dos grupos diferenciados por su abundancia, estructura y localización del área de estudio.

Palabras claves: Bosque siempreverde piemontano, diversidad alfa, diversidad beta, curvas de rarefacción

Abstract

Floristic diversity of three sites of a piemontano evergreen forest of the eastern Amazon region of Ecuador was evaluated. A floristic inventory was conducted from 25 plots of 20 x 20 m (400 m²) per site and the sampling effort was validated by species area curve. Measures alpha and beta diversity were determined. The results allowed to check through the rarefaction curve that sites do not differ significantly in terms of species richness as confidence intervals at 95 % overlapped, although there were differences in the number of individuals for each of the sites resulting Several owners with a lower abundance, followed by San Juan

de Piatua and finally Veinte de Abril, associated with the influence of human action. The area had a high floristic diversity and revealed floristic similarity among the three study sites. The cluster analysis allowed the classification of two distinct groups by abundance, structure and location of the study area.

Keywords: piemontano evergreen forest, alpha diversity, beta diversity, rarefaction curves

Introducción

Ecuador, se caracteriza por poseer una extensa biodiversidad, rico en ecosistemas boscosos, con aproximadamente 11,5 millones de hectáreas, que representan el 42 % del área total del país, de los cuales el 80 % se encuentran en la región amazónica, el 13 % en el litoral y el 7 % en la serranía (Neill, 2012). Sin embargo, en las últimas décadas ha presentado elevados índices de deforestación, siendo uno de los más altos a nivel de toda América Latina (FAO, 2013), además del aumento de la presión hacia las áreas protegidas y los bosques protectores, debido principalmente a la expansión de la frontera agrícola y la tala ilegal del bosque (MAE, 2011). Se estima según reportes del MAE (2014) una superficie de deforestación de 65 880 hectáreas para una tasa de -0,54 %. Es importante resaltar que la deforestación fue, y sigue siendo, uno de los problemas más importantes que amenazan la conservación del patrimonio natural de Ecuador, comprometiendo así la biodiversidad, los

Introduction

Ecuador is characterized for having a great biodiversity and richness in forest ecosystems with approximately 11.5 million hectares, representing 42% of the country's total area; of these, 80% are located in the Amazon Region, 13% in the Coast region and 7% in the Highlands (Neill, 2012). However, in recent decades there have been high rates of deforestation, being one of the highest in Latin America (FAO, 2013), additional to the increased pressure to protected areas and forests caused mainly by the expansion of the agricultural frontier and illegal forest clearing (MAE, 2011). According to reports from MAE (2014), it is estimated a deforestation area of 65880 hectares with a rate of -0.54 %. It is important to highlight that deforestation was, and still is one of the major problems threatening the conservation of Ecuador's natural heritage, thus compromising biodi-

recursos hídricos, el suelo y potenciando la vulnerabilidad en el país a deslizamientos e inundaciones que pueden generar importantes pérdidas económicas y sociales.

Los bosques siempreverdes existentes en la amazonía ecuatoriana, por su importante función y servicio ecológico, contribuyen significativamente al mantenimiento de la biodiversidad existente en esta región (Jorgensen y León, 1999; Palacios y Jaramillo, 2010) pero no se encuentran exentos a tal situación, principalmente por constituir un medio de sustento económico para las comunidades indígenas, dependientes de una diversidad de productos maderables y no maderables del bosque, lo que implica que en unos casos la extracción está ocasionada por actividades de subsistencia o de pobreza, pero generalmente está ligada a intereses comerciales, sometidos los bosques a altos niveles de intervención.

El desmedido uso de los recursos forestales ha incidido en la pérdida de la diversidad florística de los bosques y en la actualidad para la mayoría de los ecosistemas se desconoce su riqueza, de ahí que el objetivo de este trabajo fue evaluar la diversidad florística de tres sitios del bosque siempreverde piemontano de la región oriental amazónica del Ecuador.

versity, water resources, and land; increasing the country's vulnerability against landslides and flooding which can lead to major economic and social losses.

Due to their important roles and ecological services, evergreen forests currently present in the Ecuadorian Amazon contribute significantly towards the maintenance of the existing biodiversity in this region (Jorgensen y León, 1999; Palacios y Jaramillo, 2010) but they are not safe against such situation, mostly because they are a medium of economic support for the indigenous communities, who depend in a variety of timber and non-timber forest products, this means that in some circumstances the extraction is carried out by subsistence- or poverty-driven activities but generally in relation to commercial interests, placing the forests under high intervention pressure.

The excessive use of forest resources has contributed towards the loss of floristic diversity in forests. In most ecosystems now their richness is unknown, hence the aim of this study was to assess the floristic diversity of three sites within the Piemontano Evergreen Forest in the Ecuadorian Eastern Amazon Region.

Materiales y Métodos

Ubicación geográfica del área de estudio

El estudio se realizó en el sector oriental del bosque siempreverde piemontano, ubicado dentro del Parque Nacional Llanganates, en la provincia de Pastaza y Napo, perteneciente a la región amazónica ecuatoriana, en el cantón Arosemena Tola vía Puyo-Tena Km 44. Limita al Norte con varios posesionarios de terrenos, al Sur con el río Piatua, al Este el río Anzu y al Oeste el río Ayayaku. Ubicado entre las coordenadas UTM 168917,36 a 178478,81 de longitud y 9864033,88 a 9868840,60 de latitud, zona 17 Sur (Figura 1).

Materials and Methods

Geographic location of the study area.

The study was carried out in the eastern part of the piemontano evergreen forest located within the Llanganates National Park in the Pastaza and Napo provinces, this parks belongs to the Ecuadorian Amazon Region, Cantón Arosemena Tola vía Puyo-Tena Km 44. It borders many landowners to the north, Piatua River to the south, Anzu River to the east and Ayayaku River to the west. Located between UTM longitude coordinates 168917,36 and 178478,81 ,and latitudes 9864033,88 and 9868840,60, zone 17 South (Figure 1)

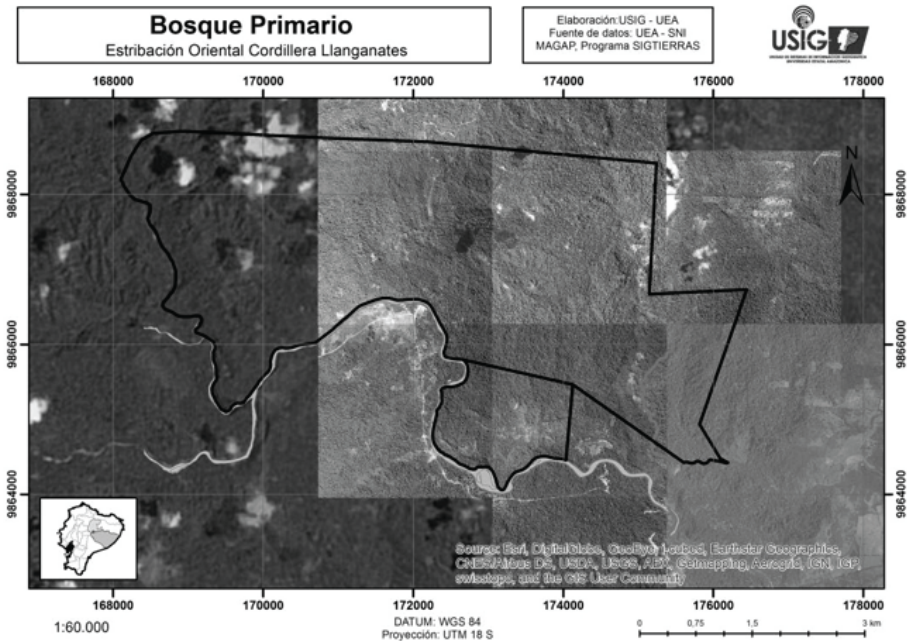


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

Selección y tamaño de la muestra

Las unidades de muestreo se ubicaron en tres sectores: “Varios Propietarios (VP)”, “San Juan de Piatua” (SJP) y “Veinte de Abril” (VA), distribuidos a lo largo de un gradiente altitudinal entre 600 y 900 msnm y en función de la cercanía de las comunidades dentro del bosque primario (Tabla 1), correspondientes los tres sitios al piso piemontano de la estribación oriental (Aguirre y Yaguana, 2012). Los sitios se distribuyeron a lo largo de un gradiente altitudinal. Se levantaron 25 parcelas de 20 x 20 m (400 m²) en cada sitio muestreado las cuales fueron georreferenciadas con la utilización de un GPS RTK precisión de 1 cm, doble frecuencia, 72 canales, GPS + GLONASS, receptor-100 Hz, teléfono celular integrado, 806 MHz XScale, pantalla táctil; cámara integrada, brújula; Windows® Mobile 6.1 del sistema operativo. Se utilizó un muestreo aleatorio estratificado, se siguió la metodología de Keels et al., (1993). Para determinar la suficiencia del esfuerzo de muestreo se construyó la curva área-especie a partir de la relación entre el número de especies y número de parcelas con el programa EstimateSwin 9 (Colwell, 2005).

Sample size and selection.

Sampling units are located in three sectors: Varios Propietarios (VP), San Juan de Piatua (SJP) and Veinte de Abril (VA), distributed along an altitudinal gradient between 600 and 900 m.a.s.l. and based on the closeness between communities in the primary forest (Table 1). The three locations are at the montane level in the eastern range (Aguirre y Yaguana, 2012). The locations were distributed along an altitudinal gradient. Twenty-five plots of 20 x 20 m (400 m²) were established in each sampled location, these were georeferenced using a GPS TRK of 1 cm precision, double frequency, 72 channels, GPS + GLONASS, 100 Hz receptor, integrated cellphone, 806 MHz XScale, touch display, integrated camera, compass, Windows® Mobile 6.1 Operating System. A stratified random sampling was used following the methodology of Keels et al., (1993). To determine the adequacy of the sampling effort, the area-species curve was built from the relationship between the number of species and number of plots using EstimateSwin 9 software (Colwell, 2005).

Tabla 1. Altitud y coordenadas geográficas de los sectores de estudio

Sitio	Altitud (msnm)	Coordenadas (UTM)	
		Longitud	Latitud
Varios Propietarios	600-700	168917,36-172401,22	9864033,88-9865225,20
San Juan Piatua	700-800	172850,31-174521,65	9865924,65-9866951,78
Veinte de Abril	800-900	175500,05-178478,81	9867053,45-9868840,60

Inventario florístico

Se realizó un inventario de la vegetación leñosa con diámetros mayores e iguales a 10 cm ($d1.30 \geq 10$ cm) mediante el recuento físico por especie. Se hizo la identificación botánica preliminar en el campo y se confirmó con la literatura apropiada: Manual de Botánica Sistemática, Etnobotánica y Métodos de Estudio en el Ecuador (Cerón, 1993), Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen y León, 1999), Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León *et al.*, 2012) y el sistema de clasificación propuesta por Angiosperm Phylogeny Group (APG, 2003) empleado para la clasificación de las angiospermas y además fueron constatadas en la colección de muestras del Herbario Ecuatoriano Amazónico (ECUAMZ).

Floristic Inventory

An inventory was made of the woody vegetation with diameters greater than or equal to 10 cm ($d1.30 \geq 10$ cm) through a physical count by species. A preliminary on-site botanical identification was carried out and confirmed using the appropriate literature: Manual de Botánica Sistemática, Etnobotánica y Métodos de Estudio en el Ecuador (Cerón, 1993), Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen y León, 1999), Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León *et al.*, 2012), and the classification system proposed by Angiosperm Phylogeny Group (APG, 2003) used to classify the angiosperms and they were also looked up in the samples collection of the Herbario Ecuatoriano Amazónico (ECUAMZ).

Diversidad alfa

Riqueza de especies

Para la comparación de la riqueza florística entre los sitios de estudio se emplearon las curvas de rarefacción, técnica basada en procedimientos de remuestreo aleatorio, también conocidos como métodos Monte Carlo. Este tipo de análisis se considera altamente confiable y permite comparar las métricas de biodiversidad de manera muy adecuada.

El uso principal de curvas de rarefacción es la comparación de la riqueza de especies entre muestras empíricas que difieren en el número total de individuos (Lee *et al.*, 2007); para su confección se empleó el software EcoSim ver. 7.0 (Gotelli, 2000).

Se determinó la diversidad promedio mediante el estimador no paramétrico de Jackknife (Magurran, 1998; Feinsinger, 2003) con su correspondiente precisión, el cual tiene la ventaja de ser independiente de la distribución de los datos. Esto fue posible con el empleo del programa BIO-DAP Ecological Diversity and it's Measurement (Thomas *et al.*, 2000). Se utiliza esta técnica porque permite la estimación de cualquier estadístico así como su perfeccionamiento (Magurran y Feinsinger, 1989;

Alpha Diversity

Species Richness

For the comparison of the floristic richness of the study locations, a rarefaction curve was used, a technique based on random resampling procedures, also known as Monte Carlo methods. This type of analysis is considered highly reliable and allows to compare biodiversity metrics in a suitable way.

The main use of rarefaction curves is the comparison of the species richness between empirical samples that differ in their number of individuals (Lee *et al.*, 2007); EcoSim ver. 7.0 software was used (Gotelli, 2000).

The average diversity was determined using Jackknife's non-parametric estimator (Magurran, 1998; Feinsinger, 2003) with its corresponding precision, it has the advantage of being independent of the data distribution. This was possible using the software: BIO-DAP Ecological Diversity and it's Measurement. (Thomas *et al.*, 2000). This technique is used because it allows the estimation of any statistic as well as perfecting it (Magurran y Feinsinger, 1989; Feinsinger, 2003).

El procedimiento impone calcular repetidamente el estimador típico V (índice de Simpson) omitiéndose cada muestra por turnos. El primer paso consiste en estimar la diversidad de todas las parcelas (Magurran y Feinsinger, 1989; Feinsinger, 2003). Seguidamente es preciso recalcular la diversidad, excluyendo alternativamente cada una de las muestras, lo cual proporciona los estimadores V_{Ji}. Cada uno de los estimadores parciales se convierte a pseudovalor, VP_i, usando la ecuación (1):

$$VP_i = (nV) - [(n-1)(V_{Ji})]$$

Dónde:

n: número de muestras

V: diversidad conjunta (V = D_s)

D_s: diversidad de todas las parcelas

V_{Ji}: estimador parcial

Diversidad beta

La diversidad beta ha sido usada en sentido más amplio para expresar el reemplazo espacial en la identidad de las especies entre dos o más áreas y es una medida de la diferencia en la composición de especies entre dos o más ensamblajes locales o regionales (Koleff, 2005). La similitud florística entre los sitios de estudio se obtuvo mediante el índice de similitud de Sorensen cualitativo, según ecuación (2) y cuantitativo (3)

The procedure requires to repeatedly calculate the typical estimator V (Simpson's index) omitting each sample by turns. The first step is to estimate the diversity of all plots (Magurran y Feinsinger, 1989; Feinsinger, 2003). Next, it is required to recalculate the diversity alternatively excluding each one of the samples, this provides the V_{Ji} estimator. Each partial estimator becomes a pseudo value VP_i, using equation (1):

$$VP_i = (nV) - [(n-1)(V_{Ji})]$$

Where:

n: number of samples

V: joint diversity (V = D_s)

D_s: diversity of all plots

V_{Ji}: partial estimator

Beta Diversity

Beta diversity has been used in a broader sense to express the space replacement in species identities in two or more areas. It is a measure of the difference in species composition between two or more local or regional assemblies (Koleff, 2005). The floristic similarity between the study locations was obtained using Sorensen's qualitative similarity index, according to equation (2), and the quantitative index according to equation (3) (Melo

(Melo y Vargas, 2003). Para los cálculos se empleó el software BIO-DAP.

$$CS = 2j / ((a+b))$$

$$N = 2j / ((aN+bN))$$

Dónde:

C (S, N) = Índice de similitud de Sorensen

A = Número de especies de la muestra

B = Número de especies de la muestra

N = Número de especies en común

La clasificación de las unidades de muestreo de acuerdo a la composición florística se realizó mediante un análisis de conglomerados jerárquicos. Se empleó la medida de distancia de Sorensen (Bray - Curtis) y el método de unión de los grupos fue el de Wards.

Resultados y Discusión

Validación del esfuerzo de muestreo

El muestreo con 25 parcelas fue suficiente para representar la riqueza florística en cada sitio, demostrándose con la curva área-especie (Figura 2 a, b y c) por la forma asintótica de la curva de acumulación de especies.

y Vargas, 2003). BIO-DAP Software was used for calculations.

$$CS = 2j / ((a+b))$$

$$N = 2j / ((aN+bN))$$

Where:

C (S, N) = Sorensen's similarity index

A = Number of species in sample A

B = Number of species in sample B

N = Number of common species

Sampling units' classification, according to floristic composition, was carried out using a hierarchical cluster analysis. We used Sorensen's (Bray - Curtis) distance measure and Wards' method to link the groups.

Results and Discussion

Validation of sampling effort.

The sampling of 25 plots was enough to represent the floristic richness for each location, as evidenced in the area-species curve (Figure 2 a, b y c) by the asymptotic shape of the species accumulation curve.

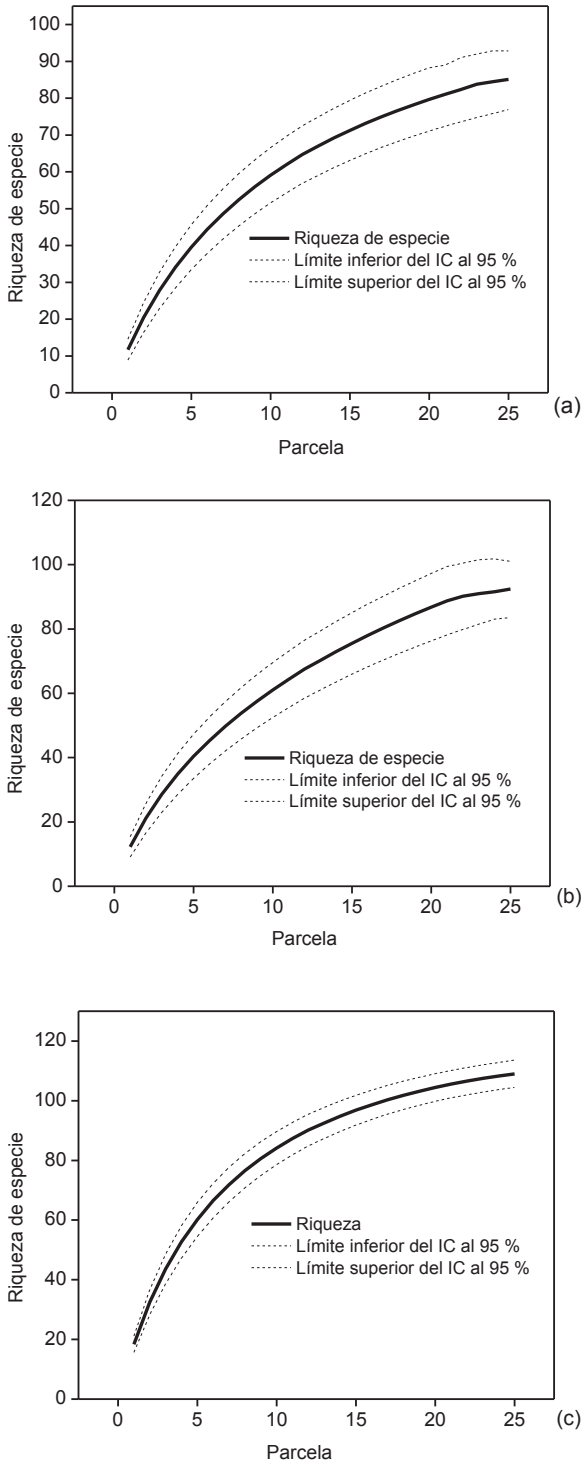


Figura 2. Validación del esfuerzo de muestreo por sitios (a) Varios Proprietarios, (b) San Juan de Piatua, (c) Veinte de Abril.

Diversidad alfa
Riqueza de especies

La riqueza de especies se estimó mediante las curvas de rarefacción (Figura 3), de acuerdo a este resultado se comprobó que los sitios no difieren significativamente en cuanto a riqueza de especies pues en todos los casos los intervalos de confianza al 95 % se solapan, aunque existen diferencias en el número de individuos entre cada uno de los sitios, resultando Varios Propietarios con una menor abundancia, le sigue San Juan de Piatua y por último Veinte de Abril. Esto se puede explicar por la influencia de la acción antrópica y la cercanía de las comunidades a las áreas de extracción.

Alpha Diversity
Species Richness

Estimation of species richness was done using rarefaction curves (Figure 3), this showed that the locations don't differ significantly in regard to species richness because in all cases the 95% confidence intervals overlap, although there is a difference in the number of individuals in each location; Varios Propietarios having the least abundance, followed by San Juan de Piatua and finally Veinte de Abril. This could be explained by the influence of human action and the closeness between communities in the extraction areas.

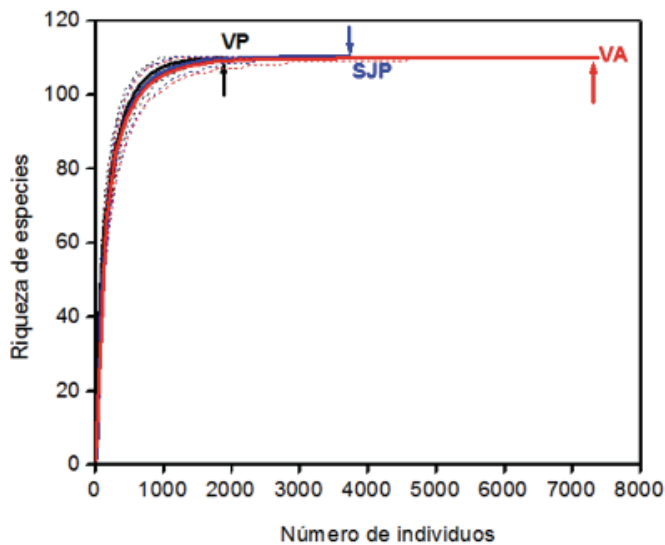


Figura 3. Curvas de rarefacción de la riqueza de especies por sitios.

Leyenda: Veinte de abril (VA), San Juan de Piatua (SJP), Varios Propietarios (VP)

Líneas discontinuas representan los intervalos de confianza al 95 %, la flecha indica hasta donde llega la curva de rarefacción.

La diversidad alfa expresada a través del estimador Jackknife para los tres sitios de estudio resultó similar, siendo mayor en el sitio Veinte de Abril (Tabla 2) y la diversidad promedio para todo el área de estudio fue de 48,883. Estos resultados reafirman que el bosque siempreverde piemontano presenta una alta diversidad florística. Estudios similares fueron reportados para la provincia Napo de la región amazónica del Ecuador donde se define este tipo de ecosistema como un bosque altamente heterogéneo y de reconocimiento dentro de los bosques húmedos tropicales por ser los de mayores centros de diversidad biológica (Gentry, 1988).

Legend: Veinte de abril (VA), San Juan de Piatua (SJP), Varios Propietarios (VP)

Dashed lines represent 95% confidence intervals, the arrow indicates how far the rarefaction curve goes.

Alpha diversity expressed through the Jackknife estimator turned up to be similar for the three study locations, being highest in location Veinte de Abril (Table 2) and the average diversity for the total study area was 48,883. These results confirm that the piemontano evergreen forest presents high floristic diversity. Similar studies were reported for the Napo Province in the Ecuadorian Amazon, where this type of ecosystem is defined as a highly heterogeneous forest and it's renowned among tropical rainforests for being a center of biological diversity (Gentry, 1988).

Tabla 2. Valores de diversidad por sitios mediante el estimador Jackknife

Sitio	Jackknife (VJi)	Jackknife (VPi)
Varios Propietarios	49,189	48,737
San Juan Piatua	49,076	48,950
Veinte de Abril	49,082	48,963

Diversidad beta

El índice de Sorensen (Tabla 3) reveló una alta similitud florística entre los tres sitios de estudio, apreciándose una mayor similitud entre los sitios Varios Propietarios y San Juan de Piatua, próximos al 70 %. La mayor diferencia se encontró con Veinte de Abril. Estos resultados, aunque discretos, corroboran que el sitio más distante ha sufrido menos disturbios el cual tiene una distribución por abundancia entre las especies comunes diferente a los anteriores, siendo además el más diverso y con diferencias fisonómicas sobre los dos restantes.

Beta diversity

Sorensen index (Table 3) exposed high floristic similarity between the three study locations, a greater similarity was observed between locations: Varios Propietarios and San Juan de Piatua, close to 70 %. The largest difference was found with Veinte de Abril. These results confirm that the most distant location has endured fewer perturbations. It has an abundance distribution between common species different to the ones last mentioned, being at the same time the most diverse and with physiognomic differences over the other two.

Tabla 3. Índice cualitativo y cuantitativo de Sorensen por sitios del bosque siempreverde. Diagonal superior: Índice de Sorensen cualitativo e inferior: Índice de Sorensen cuantitativo

Sitio	VP	SJP	VA
VP		0,68	0,41
SJP	1		0,67
VA	1	1	

Leyenda: Veinte de abril (VA), San Juan de Piatua (SJP), Varios Propietarios (VP)

El análisis de conglomerados jerárquicos basado en la similitud de Sorensen, entre las parcelas, permitió la identificación de dos grupos dentro del bosque siempreverde piemontano (Figura 4), que corresponden a una vegetación diferenciable por su abundancia, estructura y por la localiza-

Legend: Veinte de abril (VA), San Juan de Piatua (SJP), Varios Propietarios (VP)

The hierarchical cluster analysis based on Sorensen similarity between plots, allowed the identification of two groups within the piemontano evergreen forests (Figure 4), they have vegetation distinctive by its abundance, structure and location in the study area. One

ción en el área de estudio. Un grupo está conformado por los sitios San Juan de Piatua y Varios propietarios caracterizado por ser áreas más accesibles a las comunidades donde se realizan prácticas de extracción de productos maderables y no maderables, lo que genera un mayor grado de perturbación. El otro grupo lo integra Veinte de Abril correspondiente al área más distante y más conservada.

group is made of the San Juan de Piatua and Varios Propietarios location, characterized for being areas more accessible to communities where timber and non-timber practices are carried out, creating disturbance. The other group is comprised by Veinte de Abril and belongs to the most distant and conserved area.

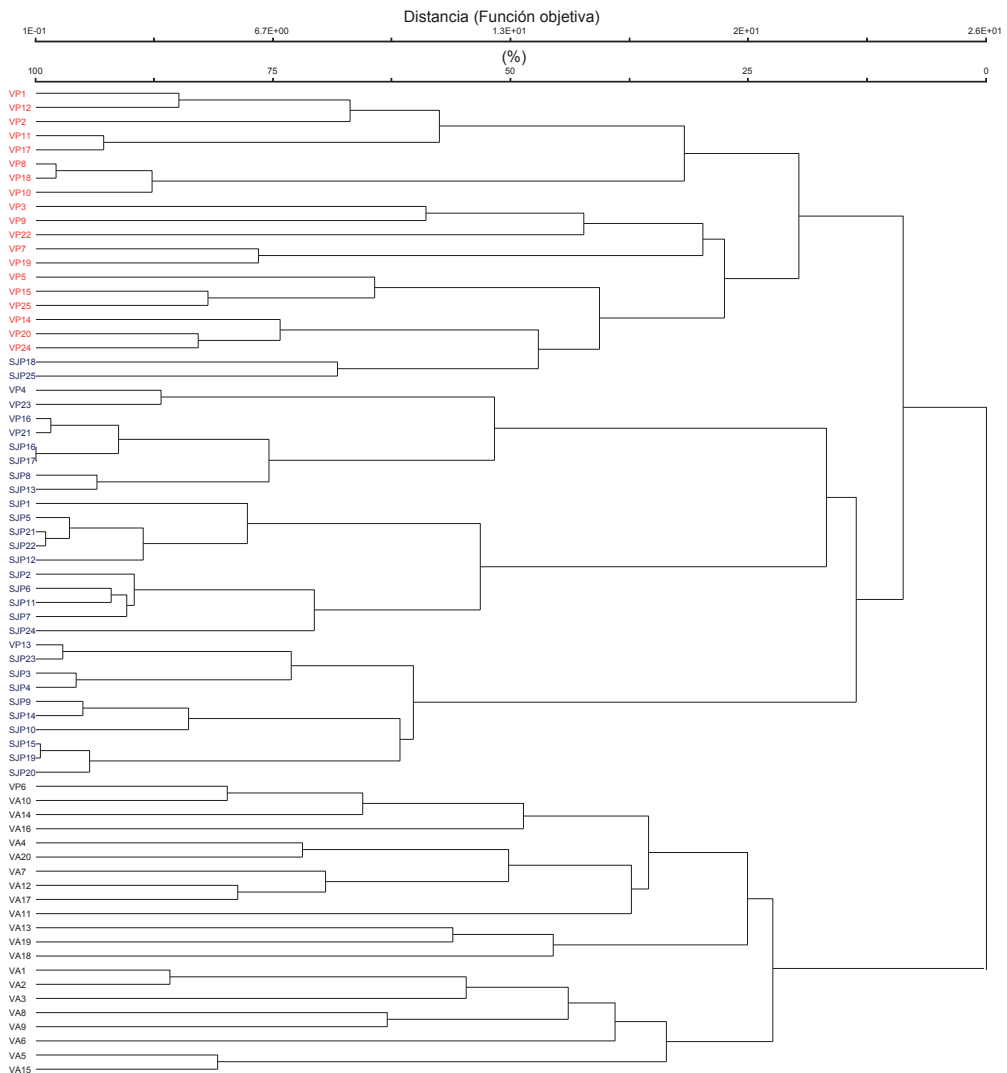


Figura 4. Dendrograma de agrupamiento de las unidades de muestreo del bosque siempreverde piemontano.

Conclusiones

Se comprobó que los sitios estudiados no difieren significativamente en cuanto a la riqueza de especies pero sí en el número de individuos, asociado a las prácticas de extracción de los pobladores.

El bosque siempreverde piemontano de la región oriental amazónica del Ecuador se caracterizó por una alta diversidad florística y similitud en la riqueza de especies. Se determinó que la vegetación es diferenciable en dos grupos por la abundancia, estructura y localización de las parcelas, uno conformado por Varios Propietarios y San Juan Piatua y el otro por Veinte de Abril.

Literatura Citada

Aguirre, Z. y Yaguana, N. (2012). Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja # 5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja – Ec. 30 p.

Angiosperm Phylogeny Group (APG, 2003) The linear (LAPG) III: a linear sequence of the familias in APG (III). Botanical Journal of the Linnean Society 161: 128-131.

Cerón, M.C. (1993). Manual de botánica ecuatoriana, sistemática y métodos de estudio. Ediciones Abya – Ayala. Quito, Ecuador. 315 p.

Conclusions

It was observed that the locations studied do not differ significantly regarding species richness but to the number of individuals. This is associated to extraction practices carried out by the population.

The piemontano evergreen forest in the Ecuadorian Eastern Amazon is characterized by a high floristic diversity and similarity in species richness. It was determined that vegetation is distinguished in two groups according to the abundance, structure and location of plots; one group consists of Varios Propietarios and San Juan Piatua and the other consists of Veinte de Abril.

Colwell, R. K. (2005). Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Disponible en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> [Persistent URL: (<http://purl.oclc.org/estimates>).

FAO. (2013). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Informe Principal. Estudios FAO:

Montes 163. Roma, Italia. 108-150.
Feinsinger, P. (2003). El Diseño de estudios de Campo para la Conserva-

- ción de la Biodiversidad. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. ISBN 99905-66-26-7. 236 pp.
- Gentry, H. (1988). Changes in Plant Community Diversity and Floristic composition on Environmental and Geographical Gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75(1): 2-34
- Gotelli, N.J. (2000). EcoSim: Null model analysis of species co-occurrence patterns. Versión 7.0. *Ecology*, 81(9): 2606-2621.
- Jorgensen, P. y Leon, Y.S. (1999). Catalogue of vascular Plants of Ecuador. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden.* pp 75, 93.
- Keels, S., Gentry, A.H., y Spinzi, L. (1993). Using vegetation analysis to facilitate the selection of conservation sites in eastern Paraguay. *Conservation Biology* 7(1):66-75.
- Koleff, F. (2005). Conceptos y medidas de la diversidad beta. *GORFI*. España. P 19-40.
- León, Y., Valencia, R., Pitman, N. y Jørgensen, P. M. (Eds.) (2012). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. P. 1-489.
- MAE. (2011). Ministerio del Ambiente del Ecuador. Manejo forestal sustentable. Norma técnica Bosque Tropical. Oficina Técnica Forestal Napo. Ecuador. 30 pp.
- MAE. (2014). Ministerio del Ambiente del Ecuador. Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017. Quito. 50 pp.
- Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. New Jersey, 179 pp.