

Patrones de diversidad florística en función de la gradiente altitudinal de los páramos del Parque Nacional Podocarpus

Patricio Guzmán* CEDAMAZ, Universidad Nacional de Loja, Ciudadela Guillermo Falconí. Loja, ECUADOR. patricio_gb@live.com

Lenin Salinas* CEDAMAZ, Universidad Nacional de Loja, Ciudadela Guillermo Falconí. Loja, ECUADOR. lenin.salinas@gmail.com

* Autor para la correspondencia.

RESUMEN

En la presente investigación se expone a la diversidad florística en función de la gradiente altitudinal en tres cimas que conforman la zona piloto, estas van desde los 3 270 hasta los 3 400 m s.n.m., para el monitoreo de la diversidad florística del ecosistema páramo del PNP. En la zona piloto se instalaron 12 transectos (cuatro por cima), dentro de los cuales se diseñó un total de 96 parcelas permanentes de muestreo de 1m² (32 parcelas por cima, ocho por transecto) en las direcciones cardinales (NE, NO, SE y SO), para la identificación y cuantificación de la diversidad florística. Se registraron 104 especies, 71 géneros y 45 familias, de las cuales 69 especies están representadas en 1 558 individuos en la cima CIA; 63 especies y 1 982 individuos en CIB; y 71 especies distribuidas en 2 313 individuos en CIC. Entre todas las cimas se estableció que las familias más diversas son Asteraceae y Ericaceae. En un área aproximada de 6 140 m², evidenciando lo representativo de la muestra en los páramos de la Región Sur del Ecuador. Finalmente se pudo establecer que todas las cimas poseen una diversidad alfa alta, sin embargo existe una diferencia significativa entre las cimas CIA y CIB, mientras que en lo relacionado a la similaridad los resultados mostraron que esta es mediana, existiendo una mayor similitud entre las cimas CIB y CIC. Se identificó patrones entre dos de los cuatro parámetros florísticos (Abundancia y Densidad) contrastados con la gradiente altitudinal.

Palabras claves: Páramos, transecto, direcciones cardinales, abundancia, densidad.

ABSTRACT

This paper aims to describe the floristic diversity in relation to the altitudinal gradient in three summits located from 3270 to 3400 m a.s.l, which correspond to a pilot zone established for the monitoring of plant diversity in the Paramo ecosystem of the PNP. A total of 12 transects were installed (four per summit), in which there were designed 96 permanent sampling plots of 1 m² (32 plots per summit, eight per transect) orientated by the cardinal directions (NE, NW, SE, SW), in order to identify and quantify plant diversity. There were recorded a total of 104 species, 71 genus and 45 families; from which 69 species are represented by 1 558 individuals in summit CIA, 63 species and 982 individuals in summit CIB, and, 2 313 individuals distributed in 71 species in summit CIC. The most diverse families are Asteraceae and Ericaceae in approximately 6 140 m², making evident that the sample is representative for the Paramos in the Ecuadorian south region. Finally it was able to establish that all the summits present high alpha diversity however there is a significantly strong difference between summits CIA and CIB; while the similarity parameter showed a medium similitude among the sites, being summits CIB and CIC the most similar. Unsubtle patterns between two of the four floristic parameters (Abundance and Density) and the altitudinal gradient were identified, showing a linear regression relation type between these parameters and the mentioned variable.

Key words:paramos, transects, cardinal directions, alpha diversity, abundance, density.

INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha declarado que “el calentamiento del sistema climático es inequívoco”. En especial, las temperaturas de la superficie de la tierra, han aumentado durante estos últimos 50 años al doble de velocidad que lo observado durante la primera mitad del siglo XX. Entre las principales causas del cambio climático global se ha identificado a la concentración de gases de efecto invernadero (GEI), especialmente por acciones del ser humano (De la Torre et al. 2009).

La presente investigación, forma parte del proyecto “Monitoreo a largo plazo del impacto del clima en la biodiversidad de ecosistemas de páramo en el Parque Nacional Podocarpus” (MICCAMBIO); que se viene ejecutando por el Centro de Estudios y Apoyo al Desarrollo de la Amazonia (CEDAMAZ).

El presente trabajo tiene como objetivo el cuantificar la diversidad florística y determinar los patrones de distribución de la misma en tres cimas seleccionadas en los páramos del Parque Nacional Podocarpus en función de la varianza de la gradiente altitudinal. Al mismo tiempo se pretende evaluar las relaciones existentes entre la diversidad florística y la gradiente altitudinal de los páramos del PNP, y su consecuente difusión hacia los sectores interesados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en los ecosistemas de páramo del Parque Nacional Podocarpus (PNP), la zona piloto de estudio está conformada por en tres cimas establecidas por el proyecto MICCAMBIO 2008, entre las coordenadas geográficas 79°09'43,9"- 79°09'40,2" Longitud Oeste y 04°06'31,0"- 04°05'40,8" Latitud Sur. El PNP está ubicado en la región sur del Ecuador entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (ver Figura 1); cubre una extensión de 146 280 hectáreas, con rangos altitudinales entre los 900 y 3 600 m s.n.m., (Lozano et al. 2003, MAE 2007).

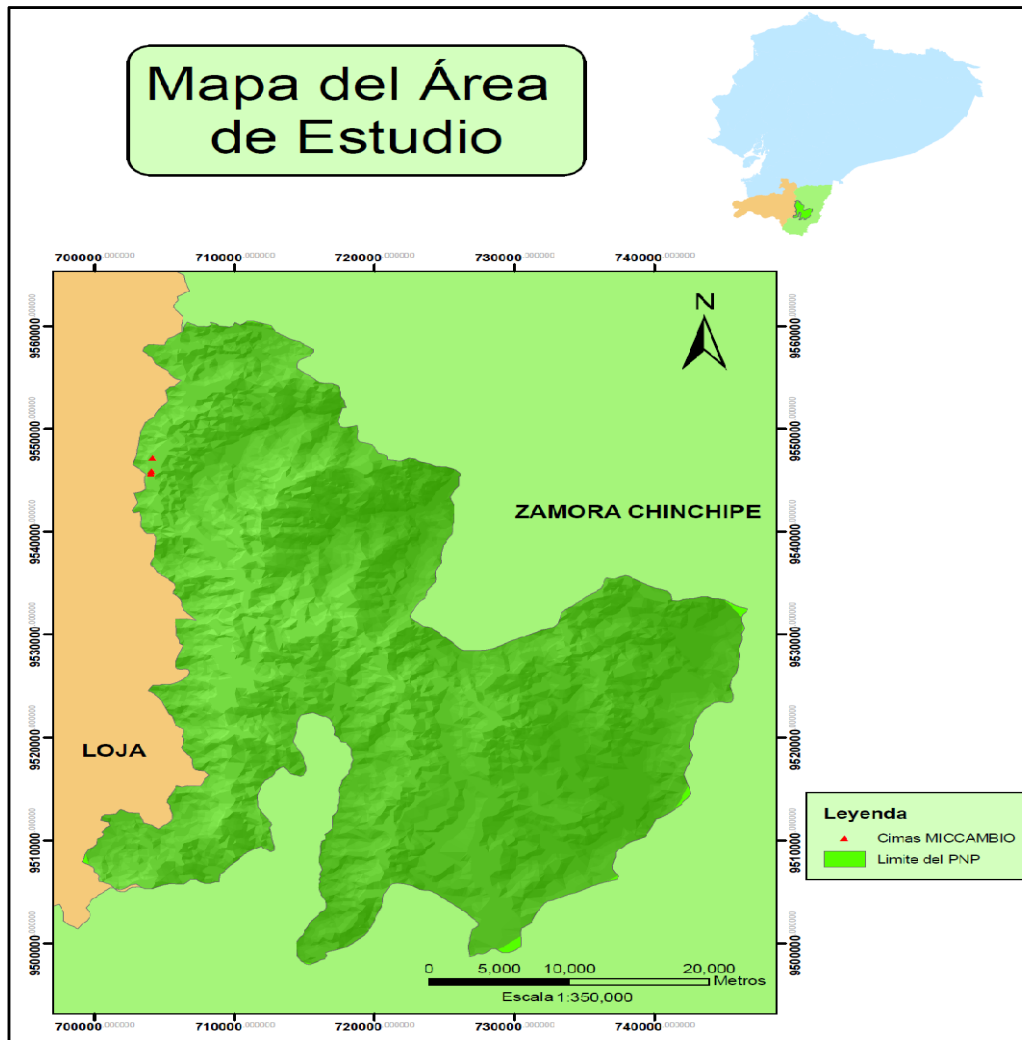


Figura. 1. Ubicación espacial del área de estudio dentro del PNP en la región sur del Ecuador.

Diseño de Muestreo

En vista que el presente estudio, forma parte del proyecto MICCAMBIO se ha seguido la metodología planteada por Aguirre y Schwarzkopf (2008), que como ya se ha mencionado constituye una adaptación de la metodología de la RED Mundial GLORIA, debido a las complejidades de los páramos de la región andina. Dentro de cada cima se trazaron cuatro

transectos que van desde un metro de desnivel bajo el punto cumbre (PC¹), hasta el límite inferior de las áreas cimeras con un total de ocho parcelas intercaladas cada uno. El transecto tiene un tamaño de dos metros de ancho y variable en las dimensiones del largo, dependiendo del grado de pendiente de la cima. Los transectos se construyeron en las direcciones cardinales (NE, SE, NO y SO) de las cimas (ver Figura 2). La metodología considera la adaptación de la ubicación y disposición alternativa de los transectos con el propósito de adecuar los mismos a las condiciones morfológicas de las cimas, es decir, cuando el área cimera mide menos de cinco metros en las direcciones cardinales, se trazaron parcelas adicionales a los lados hasta completar las ocho parcelas lo que para el caso denominamos ubicación alternativa de las parcelas de muestreo.

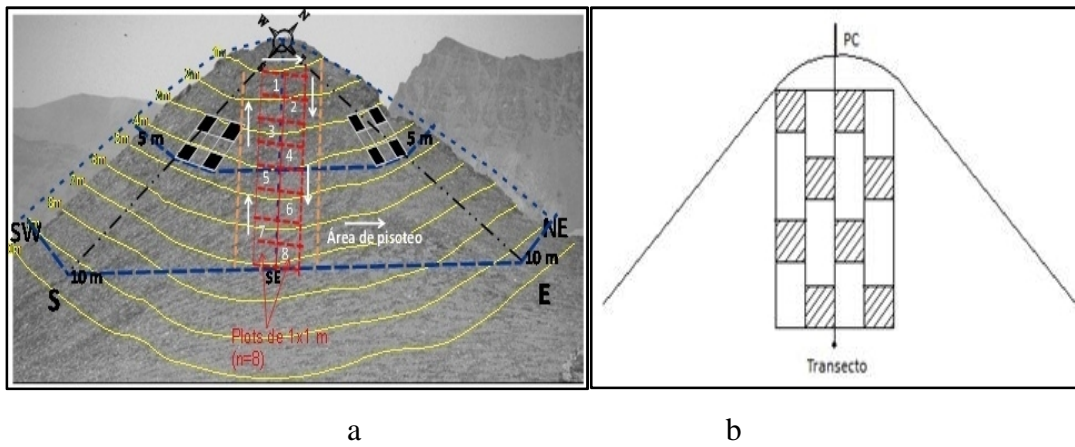


Figura. 2. Diseño del muestreo de la flora en el área cimera (a). Se planteó el establecimiento de cuatro transectos en las cuatro direcciones cardinales (NE, NO, SE y SO). Ubicación alternativa de las parcelas de muestreo dentro del transecto (NE) de la primera cima CIA 3 320 m s.n.m (b).

En las parcelas se levantó información referente al número de especies, número de individuos por especie y porcentaje de cobertura para posteriormente realizar el cálculo de los parámetros florísticos necesarios.

¹Punto cumbre de la cima, punto central más alto de la cima

DETERMINACIÓN DE PATRONES DE DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN LOS PÁRAMOS DEL PNP

La determinación de patrones de diversidad florística consistió en la definición de las tendencias encontradas a lo largo de la evaluación de las variables tomadas en cuenta para el estudio. Se realizó un contraste de los parámetros básicos obtenidos en campo (composición florística, riqueza, abundancia y diversidad florística) con las variables gradiente altitudinal y orientación.

El parámetro de diversidad florística se calculó a nivel de familia y especie (diversidad alfa). Esta variable se calculó dentro de cada una de las cimas entre parcelas de un mismo transecto a través del índice de Shannon-Wiener.

La diversidad florística entre cimas (diversidad beta), se determinó mediante el cálculo del Índice de Similitud de Sorensen. Para reforzar los resultados de la comparación también se realizó un análisis *Clúster* basado en el índice de Simpson, con el programa PAST 1.9.

Análisis de Datos

Todos los datos recopilados en el campo, se sistematizaron en hojas electrónicas Excel y para obtener un mayor respaldo estadístico de los datos obtenidos se utilizó dos software para análisis estadísticos, primeramente el software SPSS 18.1 para la realización de pruebas de varianza (ANOVA), a través de las cuales se determinó la existencia de diferencia estadísticas significativas entre los diferentes parámetros ecológicos. El segundo software es el PAST 1.9. Utilizado para el desarrollo de un análisis *Clúster* entre las distintas parcelas de la zonapiloto con la finalidad de encontrar asociaciones entre las mismas a través de su similitud corroborando el análisis con el software anterior.

Las relaciones entre los parámetros florísticos y la gradiente altitudinal fueron establecidas mediante análisis de Regresión de cuatro tipos: lineal, polinómica, logarítmica y exponencial, respaldando su significancia a través del valor R^2 de cada una de las tendencias de las regresiones

RESULTADOS

Descripción de la zona piloto del PNP

La conformación de la zona piloto está dada por tres cimas localizadas en el páramo del Parque Nacional Podocarpus (sector Cajanuma), en la Cordillera Oriental de los Andes, estas cimas se encuentran ubicadas en los siguientes gradientes altitudinales 3 270 m s.n.m., Cima A (CIA), 3 320 m s.n.m., Cima B (CIB) y 3 400 m s.n.m., Cima (CIC).

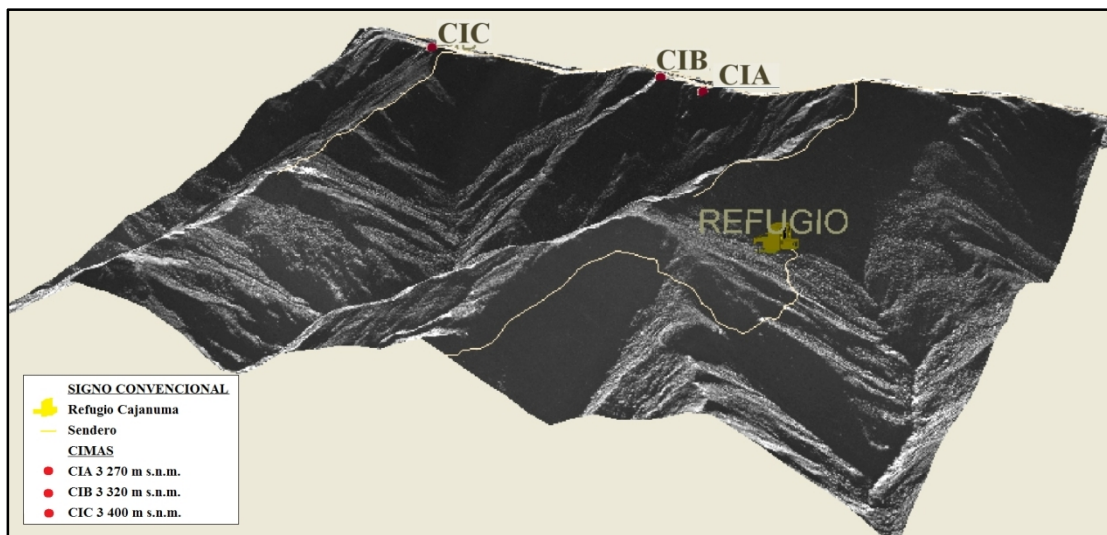


Figura. 3. Ubicación de las cimas de la zona piloto del PNP (Tomado de Eguiguren y Ojeda 2009).

Diversidad Florística

De acuerdo a la gradiente altitudinal en las cuatro direcciones mesocardinales del sitio de muestreo se identificaron 104 especies distribuidas en 71 géneros pertenecientes a 47 familias. La primera cima (CIA) registra un total de 69 especies representadas en 1588 individuos, la segunda cima (CIB) 63 especies y 1 982 individuos y la tercera cima (CIC) un total de 71 especies distribuidas en 2 313 individuos (ver. Figura 4).

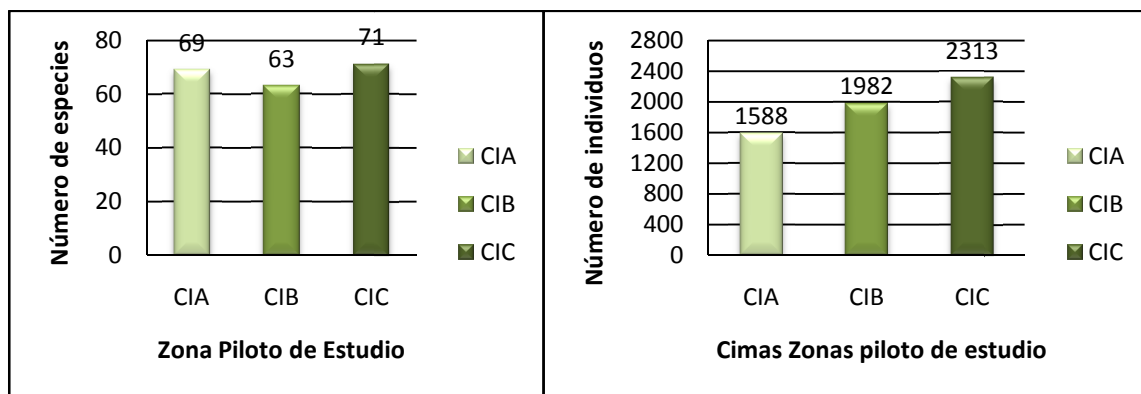


Figura. 4. Riqueza y abundancia florística de las tres cimas del sitio piloto del PNP.

Diversidad Alfa

El índice de SHANNON-WIENER indicó la existencia de un alto valor de diversidad para las tres cimas: CIA (0,88), CIB (0,82) y CIC (0,82), corroborándose con el ANOVA, el cual indicó que no existen diferencias marcadas entre cimas. Entre direcciones cardinales representadas en la Figura 5, se observa que la orientación cardinal mayormente diferida es la Suroeste, en la misma figura también se aprecia una tendencia de incremento de diversidad en las dirección Noroeste y Sureste conforme aumenta la altitud, todo lo contrario sucede para la dirección Noreste donde se denota un decrecimiento conforme aumenta la altitud.

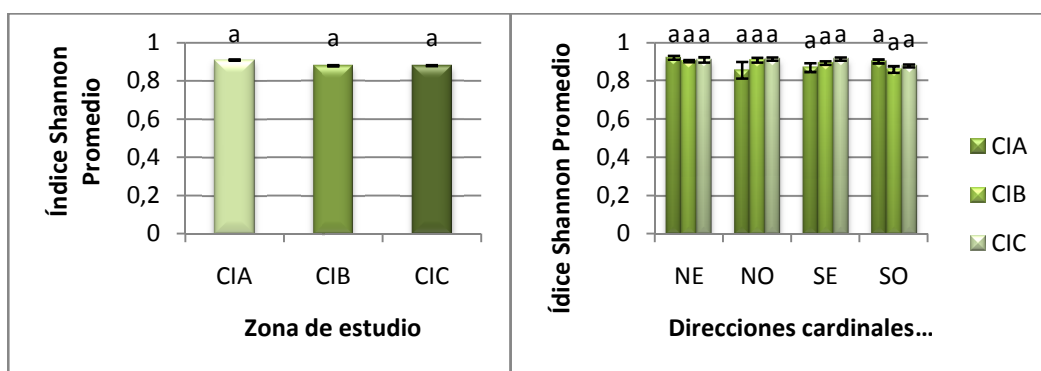


Figura. 5. Índice de diversidad de Shannon promedio entre cimas, las barras indican el error estándar respecto al promedio n=8, Índice de diversidad de Shannon promedio entre direcciones de todas las cimas, las barras indican el error estándar respecto al

promedio $n=8$; Las letras iguales indican la inexistencia de diferencias significativas (Test Tukey $p < 0.05$).

Diversidad Beta

La diversidad beta se analizó con los índices de Sorensen y Simpson ambos revelan que todas las cimas son medianamente similares (Simpson 37 %) (Sorensen 67,1 %), mostrando la mayor similitud la segunda y tercera cima CIB Y CIC (Simpson 44 % y Sorensen 68,7 %), mientras que la primera cima CIA guarda una similitud menor con respecto a las otras. Por otro lado al realizar el análisis entre las direcciones cardinales se pudo observar que aquellas exposiciones que comparten más elementos florísticos son la Noroeste (NO), Suroeste (SO) y Sureste (SE) de las cimas CIB y CIC, siendo la dirección Noroeste la orientación con el nivel más alto de similaridad (ver Figura 6).

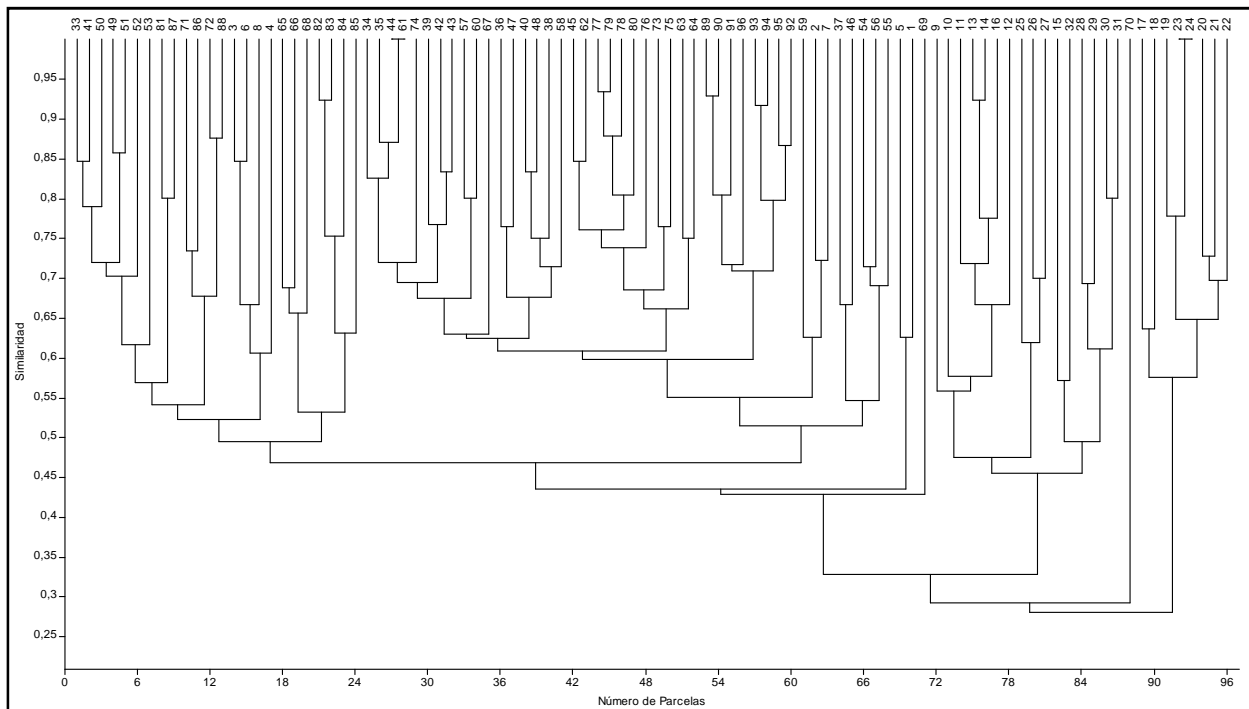


Figura. 6. Análisis clúster para la determinación de similitudes entre cimas (Índice de Simpson).

En cuanto a la densidad florística, el valor más alto se encontró en la cima CIC con 180 703 ind/ha, la cima CIA presenta el valor más bajo 124 063 ind/ha, mientras que la cima CIB presenta un valor intermedio entre las dos cimas antes indicadas 154 844 ind/ha.

a) Determinación de Patrones

Los patrones que se pudieron identificar corresponden a los parámetros florísticos de Abundancia y Densidad, describiéndose como parámetros que se incrementan conforme también lo hace la gradiente altitudinal, los otros dos parámetros florísticos evaluados (Diversidad de *Shannon-Wiener* y Riqueza) no presentaron alguna tendencia definida corroborándose mediante el valor del Coeficiente de Determinación R^2 .

b) Evaluación de las relaciones existentes

Partiendo de la determinación de patrones ente los parámetros florísticos y la gradiente altitudinal y sometiendo dichos patrones a regresiones de tipo lineal, logarítmica, polinómica y exponencial obtenemos que los dos parámetros en los que se identifican patrones de distribución altitudinal presentan regresiones de tipo lineal, polinómica y exponencial y de acuerdo al principio de parsimonia se catalogan finalmente como relaciones de tipo lineal, pero para comodidad en la explicación de las relaciones evaluadas se describen como un incremento directo de los parámetros florísticos frente al aumento de la gradiente altitudinal.

DISCUSIÓN

La zona de estudio del PNP, contiene una muestra representativa de la vegetación existente en los páramos de la región sur del Ecuador, ya que las 104 especies registradas en este estudio, representan el 47 % de lo encontrado por el Herbario LOJA (2000), quienes muestrearon 116 parcelas de 25 m² en cinco sitios del PNP.

Patrones de Distribución

Con respecto a la riqueza florística, no se observó un patrón definido de incremento o disminución de taxa en función a la gradiente altitudinal, contrario a lo que otros autores (Bertin et al. 2003, Villar y Benito 2003, Erschbamer et al. 2006) indican que el número de taxa pueden aumentar o disminuir en función de la gradiente altitudinal; además la diferencia del número de especies entre cimas no es marcada, lo cual se puede deber a que la amplitud vertical de la flora altoandina ecuatoriana es muy grande, existiendo especies que pueden tener una distribución altitudinal de más de 1000 m (Izco et al. 2007, Sklená y Jørgensen 1999).

En lo referente al número de individuos, se identificó un patrón proporcional a la gradiente altitudinal, es decir conforme aumenta la altitud aumenta el número de individuos, notándose la diferencias más marcadas entre las cimas CIA y CIB, pese a la cercanía de las cimas y la menor diferencia de gradiente altitudinal; probablemente esto pueda relacionarse a la ubicación de CIA, en el límite más bajo y en una zona de ecotono entre el bosque andino y el páramo. Estas tendencias son similares a las obtenidas por Kazakis et al. (2007) en la zona alpina de Lefka Ori, Crete. Estos lugares medios (ecotonos) en relación al cambio climático son de gran importancia para identificar el posible cambio del límite en un futuro y predecir el destino de las especies en mayores altitudes (Kazakis et al. 2007, Pauli et al. 2007).

Diversidad alfa

De acuerdo al Índice de Shannon-Wiener la diversidad alfa determinada en el sitio de muestreo corresponde a un valor alto que se puede deber a varios factores entre ellos las características propias de la llamada deflexión de Huancabamba (Becking 2004) la cual propicia diferencias notables con los páramos del norte del país, estas diferencias radican principalmente por la disminución de la altitud de las crestas de la cordillera de los Andes lo que incide en la producción de características especiales que determinan variaciones importantes de los factores abióticos, en relación a otras áreas de páramo en los Andes, entre las que se destacan: mayor precipitación y temperatura y menor radiación directa e incidencia de vientos, factores que

posiblemente también incidieron en la evolución y formación de nuevas especies (Paladines 1997).

De los musgos puede decirse, al igual que los líquenes, que la zona piloto de los páramos del PNP, es rico en estas plantas.

Los musgos son dentro de la flora de este ecosistema gran importancia, y los más destacados son los de género Sphagnun, que además de ser los más abundantes, tiene propiedades fundamentales que desde el punto de vista hídrico, por su enorme capacidad para absorber agua. Por otra parte, los musgos después de las plantas vasculares, cubren la mayor de la superficie de la zona piloto de estudio, siendo el fundamento del páramo como almacenadores de agua.

Evaluación de las relaciones existentes

De los parámetros analizados en relación a la gradiente altitudinal se pudo identificar la presencia de relaciones de diferente tipo entre dos de ellos (Abundancia y Densidad Florística). De esta forma estos parámetros se relacionan con la gradiente altitudinal en tres de las cuatro formas evaluadas, es decir demuestran relacionarse en forma lineal y no lineal (Exponencial y Polinómica).

CONCLUSIONES

- La adaptación de la metodología utilizada en este estudio es altamente factible ya que permitió recopilar información de calidad e identificar patrones en dos de los parámetros florísticos evaluados.
- La diversidad florística de la zona piloto en función de la gradiente altitudinal constituye una muestra representativa para los páramos del PNP, puesto que representa un 47 % de lo encontrado por el Herbario LOJA (2000), considerando que el área de muestreo de la zona piloto representa un tres por ciento del área muestreada por el estudio mencionado.

- La riqueza y diversidad florística presentaron un patrón irregular en relación a la gradiente altitudinal asociado al estado de conservación de las cimas; por otro lado, la abundancia y densidad florística presentaron un patrón definido, representado por una relación lineal creciente directamente proporcional a la gradiente altitudinal.

- En la zona piloto se diferencian áreas relativamente pequeñas con terrenos abruptos, diferentes niveles de humedad y laderas de diferente exposición, características dadas por los ramales no definidos de la Cordillera de Los Andes, estas condiciones influyen en la diversidad florística cuantificada y su comportamiento a lo largo de la gradiente altitudinal.

- De los parámetros florísticos evaluados, la abundancia y densidad florística fueron los únicos que presentaron una relación significativa con la gradiente altitudinal, presentándose como relaciones de tipo lineal y no lineal (Exponencial y Polinómica) pero con similar tendencia, y de acuerdo al principio de parsimonia se deduce la denominación de relación de tipo lineal entre estos, ello significa que están directamente relacionados al comportamiento de la gradiente altitudinal.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al CEDAMAZ, por el aporte financiero para llevar a cabo esta investigación; al Ministerio del Ambiente del Ecuador por brindar las facilidades para el buen desarrollo del trabajo en el campo; al Herbario LOJA; a Nikolay Aguirre Ph. D, Luis Sinche Ms. Sc, Tatiana Ojeda, Paul Eguiguren, Ivonne González y Bolívar Merino por sus invaluable aportes para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Sklená ,P., Luteyn J., Ulloa C., Jørgensen P., y M.Dillon., 2005. Flora genérica de los páramos: Guía ilustrada de las plantas vasculares. Memoirs of the New York Botanical Garden 92.499 p.
- Kazakis G., GhosnD., Vogiatzakis I., y V.Papanastasis., 2007. Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the LefkaOri, Crete. Disponible en URL: www.gloria.ac.at(Consultado 02.04.2010).
- De la Torre A., Fajnzylber P., y J Nash., 2009. Desarrollo con menos Carbono: Propuestas Latinoamericanas al desafío del Cambio Climático. Estudios del Banco Mundial sobre América Latina y el Caribe (Consultado 01.06.09).
- Pauli H., Gottfried M., HoheNOallner D., Reiter K., y G Grabherr.,2003. Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Disponible en: URL: www.gloria.ac.at (Consultado 01.06.09).
- ErschbamerB., Mallaun M.,y P. Unterluggauer., 2006. Plant diversity along altitudinal gradientsin the Southern and Central Alps ofSouth Tyrol and Trentino (Italy).Disponible en URL: www.gloria.ac.at (Consultado 22.07.08).
- IzcoJ., Pulgar I., Aguirre Z., y F.Santin.,2007.Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe> (Consultado 13.05.09).
- Bertin L., Dellavedora R., Gualmini M.,Rossi G., y M.Tomaselli., 2003.Monitoring plant diversity in the Northern Apennines Italy.Disponible en URL: www.gloria.ac.at (Consultado 10.04.2010).

Lozano P., Delgado T.,y Z. Aguirre., 2003.Estado actual de la flora endémica exclusiva y su distribución en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus.Publicaciones de la Fundación Ecuatoriana para la Investigación y Desarrollo de la Botánica. Loja, Ec. 180 p.

Ministerio del Ambiente del Ecuador., 2007. Parque Nacional Podocarpus. Disponible en: URL: www.ambiente.gov.ec/webloja/parque/pnp.htm (Consultado 11.06.09).

Herbario LOJA., 2001. Evaluación Bioregional y Ecológica de los Páramos de Amaluza en el área de influencia del Proyecto Páramo, una propuesta para el Corredor Biológico Sabanilla, Provincia de Loja-Ecuador. Loja, Ecuador. 78 pp.

Villar L y J. Benito., 2003. La flora alpina de Europa y el cambio climático: El caso del Pirineo central disponible en URL: <http://www.aeet.org> (Consultado 26.02.08).