UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

PATRONES DE DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS LEÑOSAS EN UNA GRADIENTE ALTITUDINAL ENTRE LA PROVINCIA DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE

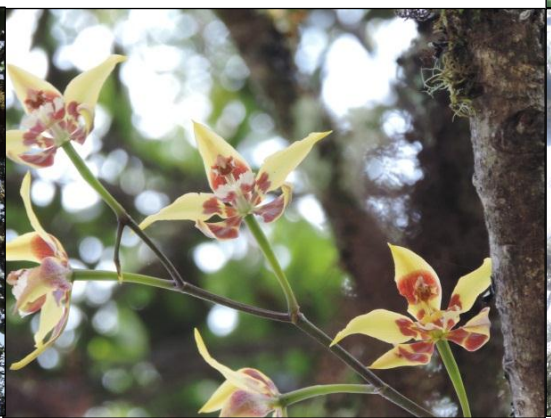
Tesis de Grado previa a la Obtención del Título de:
INGENIERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORA: Lizbeth Julissa Aleaga Loaiza

DIRECTOR: Ing. Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D.

LOJA – ECUADOR

2014



CERTIFICACIÓN

En calidad de tribunal Calificador de la Tesis titulada **"PATRONES DE DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS LEÑOSAS EN UNA GRADIENTE ALTITUDINAL ENTRE LA PROVINCIA DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE"**, de autoría de la señorita egresada de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **Lizbeth Julissa Aleaga** Loaiza, certifica que ha incorporado todas las sugerencias efectuadas por sus miembros.

Por lo tanto autorizamos a la señorita egresada, su publicación y difusión.

Loja, 23 de Junio de 2014.

Atentamente,

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Guillermo Chuncho Viñamagua Mg. Sc.

VOCAL DEL TRIBUNAL

Ing. Johana Muñoz Chamba Mg. Sc.

VOCAL DEL TRIBUNAL

Ing. Diana Ochoa Gordillo Mg. Sc.

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director de la tesis titulada **"PATRONES DE DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS LEÑOSAS EN UNA GRADIENTE ALTITUDINAL ENTRE LA PROVINCIA DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE "**, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **Lizbeth Julissa Aleaga Loaiza**, certifico que se ha realizado dentro del cronograma aprobado, por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 30 de Mayo de 2014.

Atentamente,

Ing. Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo Lizbeth Julissa Aleaga Loaiza declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus a representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el repositorio institucional-biblioteca virtual.

Lizbeth Julissa Aleaga Loaiza

1105032062

Loja 2 de Julio de 2014

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo Lizbeth Julissa Aleaga Loaiza, declaro ser autora, de la tesis titulada "**PATRONES DE DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS LEÑOSAS EN UNA GRADIENTE ALTITUDINAL ENTRE LA PROVINCIA DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE**", como requisito para optar al grado de: Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 2 días del mes de julio del dos mil catorce, firma la autora.

Lizbeth Julissa Aleaga Loaiza

CI: 1105032062

Dirección: Cdla. Héroes del Cenepa, Loja, Ecuador.

Correo electrónico: yulis.a_91@hotmail.com; o, yulys.al@gmail.com

Teléfono: 0993030750

Director de Tesis: Ing. Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D.

Tribunal de Grado: Ing. Guillermo Chuncho Villamagua Mg. Sc.

Ing. Johana Muñoz Chamba Mg. Sc.

Ing. Diana Ochoa Gordillo Mg. S

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todos quienes hicieron posible el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Agradecer al Ing. Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D, director de la tesis, por su apoyo y orientación en el trabajo, por sus consejos y recomendaciones como docente y amigo, también quiero agradecer a la Universidad Nacional de Loja, al Ing. José Merino, Ing. Paul Eguiguren, Ing. Fabián Sotomayor, e Ing. Natalia Samaniego por su respaldo técnico y apoyo constante en el presente trabajo de investigación; a la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente y docentes que inculcaron sus conocimientos para formar excelentes profesionales.

Igualmente agradecer a los miembros del Tribunal Calificador de la Tesis: Ing. Guillermo Chuncho Mg. Sc., Ing. Johana Muñoz Mg. Sc., e Ing. Diana Ochoa Mg. Sc., por sus recomendaciones, comentarios y sugerencias, que sirvieron para mejorar el presente trabajo de investigación.

Al Herbario Reinaldo Espinoza de la Universidad Nacional de Loja, especialmente al Ing. Bolívar Merino por transmitir conocimientos y brindarnos su apoyo en la identificación de las especies florísticas de los cuatro sitios de estudio.

A mis familiares y amigos por su constante motivación y apoyo emocional para el desarrollo del presente trabajo de investigación, especialmente agradezco a Alejandra Castro, Alexander Ayora y René Carpio por su apoyo y compañerismo en la fase de campo.

La Autora

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, y mi fuente de confianza en mi vida estudiantil y personal.

A mis padres Fanny del Cisne y Francisco, por ser mis pilares de apoyo incondicional y por su amor al educarme, y el gran sacrifico que han hecho para poder cumplir mis sueños.

A mis hermanos, Francisco, Carlos y Mónica, por sus consejos y apoyo brindado y los momentos compartidos juntos, en familia.

A mis abuelos, por sus sabios consejos y apoyo en el transcurso de mi vida, siempre los tendré en mis recuerdos y en el corazón.

A mis familiares y amigos.

Lizbeth Julissa

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN ..... - 1 -
2. REVISIÓN DE LITERATURA ..... - 3 -
2.1. BIODIVERSIDAD ..... - 3 -
2.1.1. Niveles de Diversidad Biológica ..... - 3 -
2.1.1.1. Diversidad Ecosistémica ..... - 3 -
2.1.1.2. Diversidad de Especies ..... - 3 -
2.1.1.3. Diversidad Genética ..... - 4 -
2.1.2. Diversidad Alfa ..... - 4 -
2.1.3. Diversidad Beta ..... - 4 -
2.1.4. Diversidad Gamma ..... - 5 -
2.1.5. Endemismo ..... - 5 -
2.1.6. Diversidad de la Región Sur del Ecuador ..... - 5 -
2.2. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LE BIODIVERSIDAD ..... - 6 -
2.2.1. Causas e Impactos del Calentamiento Global ..... - 6 -
2.2.2. Impactos del Cambio Climático sobre la flora ..... - 8 -
2.3. PATRONES DE DIVERSIDAD FLORÍSTICA A LO LARGO DE LA GRADIENTE ALTITUDINAL ..... - 9 -
2.4. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES FLORÍSTICAS A LO LARGO DE UNA GRADIENTE ..... - 10 -
2.4.1. Índices de distribución de plantas leñosas ..... - 11 -
2.4.1.1. Índices de aplicación en unidades de muestreo ..... - 11 -
2.4.1.2. Índices basados en medidas de distancias ..... - 12 -
2.4.1.3. Índices que requieren conocer las posiciones de todos los arboles ..... - 13 -
2.5. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE ..... - 14 -
3. MATERIALES Y MÉTODOS ..... - 15 -
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO ..... - 15 -
3.2. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS LEÑOSAS EN CUATRO ECOSISTEMAS DE LA REGIÓN SUR DEL ECUADOR ... - 18 -
3.2.1. Instalación de parcela de monitoreo de la diversidad florística en una gradiente altitudinal ..... - 18 -

3.2.2. Colección de información del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo en las parcelas de los sitios de estudio ..... - 20 -

3.2.3. Cálculo de Parámetros Ecológicos para Estudio de la Diversidad Florística en los Sitios de Estudio ..... - 25 -

3.2.4. Determinación de Diversidad Florística Alfa de los Ecosistemas de Estudio ..... - 27 -

3.2.5. Diversidad Beta de los Ecosistemas de Estudio ..... - 27 -

3.2.6. Determinación de la distribución de plantas leñosas a lo largo de una gradiente altitudinal ..... - 28 -

3.2.7. Análisis de datos ..... - 32 -

3.3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE. ..... - 32 -

3.3.1. Estructura de los Ecosistemas de Estudio ..... - 34 -

3.3.2. Salud de la Biodiversidad ..... - 35 -

3.3.3. Interés Social en Protección por Servicios Ambientales y Participación Institucional. ..... - 36 -

3.3.4. Criterios e Indicadores para determinar la Categoría de Riesgo de los Ecosistemas de Estudio ..... - 36 -

3.4. DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN A LOS DIFERENTES ACTORES INTERESADOS EN SU CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN - 39 -

4. RESULTADOS ..... - 40 -

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS VASCULARES DE LOS ECOSISTEMAS DE ESTUDIO ..... - 40 -

4.1.1. Parámetros Ecológicos de los individuos con DAP≥ 10cm registrados en los Sitios de estudio ..... - 40 -

4.1.2. Parámetros Ecológicos del estrato arbustivo de los sitios de estudio ..... - 54 -

4.1.3. Parámetros Ecológicos del estrato herbáceo de los sitios de estudio ..... - 61 -

4.1.4. Distribución de plantas leñosas a lo largo de una gradiente altitudinal ..... - 67 -

4.2. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS DE ESTUDIO ..... - 69 -

4.3. DIFUSIÓN DE RESULTADOS ..... - 73 -

5. DISCUSIÓN ..... - 74 -

5.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS ..... - 74 -

5.2. DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS LEÑOSAS A LO LARGO DE UNA GRADIENTE ALTITUDINAL .....- 75 -

5.3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE CUATRO ECOSISTEMAS DE LAS PROVINCIAS DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE .....- 77 -

6. CONCLUSIONES .....- 79 -

7. RECOMENDACIONES .....- 80 -

8. BIBLIOGRAFIA .....- 81 -

9. ANEXOS.....- 101 -

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Índices más comunes utilizados para unidades de muestreo. .....- 12 -
Cuadro 2. Índices de distribución mediante medidas de distancias. .....- 13 -
Cuadro 3. Parámetros de análisis de datos para determinar diversidad de plantas leñosas en cuatro ecosistemas de la provincia de Loja y Zamora Chinchipe. .....- 26 -
Cuadro 4. Rango establecido por la prueba $X2$. .....- 29 -
Cuadro 5. Valoración de categorías en la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas de estudio. .....- 32 -
Cuadro 6. Criterios e Indicadores para la evaluación del estado de conservación de los cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador. .....- 33 -
Cuadro 7. Determinación del estado de conservación de cuatro ecosistemas de estudio, a lo largo de una gradiente altitudinal. .....- 34 -
Cuadro 8. Valores de calificación para los indicadores del criterio Estructura de los Ecosistemas de la provincia de Loja y Zamora Chinchipe. .....- 34 -
Cuadro 9. Indicadores y rango de calificación del criterio Salud de la Biodiversidad en cuatro ecosistemas de la provincia de Loja y Zamora Chinchipe. .....- 35 -
Cuadro 10. Indicadores y rangos de calificación para evaluar el interés en protección por servicios ambientales y participación institucional en los cuatro ecosistemas representativos de la Región Sur del Ecuador. .....- 36 -
Cuadro 11. Amenazas que afectan el estado de conservación de los principales ecosistemas de la Región Sur del Ecuador. .....- 37 -
Cuadro 12. Rango para determinar la categoría de riesgo de los ecosistemas de estudio. .....- 38 -
Cuadro 13. Criterios de evaluación para cada una de las amenazas y su valoración en función de los tres criterios establecidos. .....- 38 -
Cuadro 14. Características biofísicas de los cuatro ecosistemas seleccionados en la región sur del Ecuador. .....- 17 -
Cuadro 15. Especies de árboles endémicas registradas en los ecosistemas de estudio. .....- 48 -
Cuadro 16. Diversidad alfa de árboles calculada con el índice de Shannon-Wiener para las parcelas de los ecosistemas de estudio. .....- 49 -
Cuadro 17. Diversidad de especies arbóreas beta calculada con el índice de Sorensen para los cuatro ecosistemas de estudio. .....- 51 -
Cuadro 18. Especies de arbustos endémicas registradas en los ecosistemas de estudio. .....- 59 -
Cuadro 19. Diversidad alfa de arbustos calculada con el índice de Shannon-Wiener para las parcelas de los ecosistemas de estudio. .....- 61 -
Cuadro 20. Especies de herbáceas endémicas registradas en los ecosistemas de estudio. .....- 65 -
Cuadro 21. Diversidad alfa de herbáceas calculada con el índice de Shannon-Wiener para las parcelas de estudio de los ecosistemas de estudio. .....- 66 -
Cuadro 22. Valoración de los indicadores para la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas de estudio. .....- 72 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe...- 16 -
Figura 2. Representación de los sitios de estudio a lo largo de una gradiente altitudinal. .....- 18 -
Figura 3. Instalación de parcelas permanentes de monitoreo de la diversidad florística.....- 19 -
Figura 4. Delimitación de parcelas de estrato herbáceo en los ecosistemas de estudio (a) Sector El Padmi, (b) Sector El Madrigal. .....- 19 -
Figura 5. Diseño de instalación de parcelas permanentes de monitoreo de diversidad florística en cuatro ecosistemas de la provincia de Loja y Zamora Chinchipe. .....- 20 -
Figura 6. Medición del DAP de los árboles en las parcelas permanentes. .....- 21 -
Figura 7. Medición del CAP de árboles en el campo (Cueva *et al*., 2012).....- 21 -
Figura 8. Representación gráfica de la medición del ancho de copa en direcciones Norte-Sur y, Este-Oeste. .....- 22 -
Figura 9. Medición del ancho de copa en dirección Norte – Sur de los individuos de las parcelas de monitoreo permanente. .....- 22 -
Figura 10. (a) Marcación del CAP de los árboles y, (b) etiquetado con placa de aluminio a los árboles de las parcelas permanentes. .....- 23 -
Figura 11. Medición de las distancias X y, Y (m) de los árboles en las parcelas de monitoreo.- 23 -
Figura 12. Medición de la pendiente en las parcelas de monitoreo de la diversidad florística.- 24 -
Figura 13. (a) Colección de muestras en el campo, e (b) identificación de especies en el Herbario Reinaldo Espinoza de la Universidad Nacional de Loja. .....- 25 -
Figura 14. Comparaciones de varianza y promedio de frecuencias de árboles. .....- 28 -
Figura 15. Flujo grama del proceso de obtención de distribución de árboles mediante la abundancia de individuos de árboles. .....- 30 -
Figura 16. Flujo grama del proceso de obtención de distribución de árboles con valores de distancias de vecino más cercano. .....- 31 -
Figura 17. Familias con mayor número de especies de árboles en los ecosistemas de estudio - 40 -
Figura 18. Comparaciones de patrones de riqueza de especies arbóreas a lo largo de una gradiente altitudinal. .....- 41 -
Figura 19. Abundancia de especies arbóreas con mayor número de ind/400m² en las parcelas permanentes de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio.- 42 -
Figura 20. Abundancia de especies arbóreas con mayor número de ind/Ha en las parcelas permanentes de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio - 43 -
Figura 21. Especies arbóreas con mayor valor de densidad relativa en las parcelas permanentes de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio. .....- 44 -
Figura 22. Comparaciones estadísticas de densidad de especies arbóreas a lo largo de un gradiente altitudinal. .....- 45 -

Figura 23. Especies arbóreas con mayor valor de dominancia relativa e índice de valor de importancia de las especies de árboles en las parcelas de monitoreo de los ecosistemas de estudio. .....- 47 -
Figura 24. Número de especies arbóreas endémicas por familia de los ecosistemas de estudio.- 48 -
Figura 25. Diversidad de especies arbóreas en las parcelas de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio. .....- 49 -
Figura 26. Comparaciones de diversidad alfa de especies arbóreas entre ecosistemas de estudio. . - 50 -
Figura 27.Comparaciones de homogeneidad de abundancia de especies arbóreas entre ecosistemas de estudio. .....- 51 -
Figura 28. (a) Regresión lineal simple entre densidad y dominancia relativa; (b) regresión lineal simple entre densidad e IVI de los árboles de los distintos ecosistemas de estudio- 52 -
Figura 29. Dendrograma del Análisis de conglomerados Clúster de los ecosistemas de estudio. .. - 53 -
Figura 30.Analisis multivariados de componentes principales Biplot de las parcelas de los ecosistemas de estudio. .....- 54 -
Figura 31. Abundancia de especies arbustivas con mayor número de ind/25m² en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas de estudio. .....- 55 -
Figura 32. Abundancia de especies arbustivas con mayor número de ind/Ha en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas de estudio. .....- 56 -
Figura 33. Especies arbustivas con mayor densidad relativa en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas.....- 57 -
Figura 34. Número de especies arbustivas endémicas por familia de los ecosistemas de estudio. . - 60 -
Figura 35. Diversidad de especies arbustivas en las parcelas de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio. .....- 60 -
Figura 36. Abundancia de especies herbaceas con mayor número de ind/m² en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas de estudio. .....- 62 -
Figura 37. Abundancia de especies herbaceas con mayor número de ind/Ha en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas de estudio. .....- 62 -
Figura 38. Especies herbaceas con mayor densidad relativa en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas.....- 63 -
Figura 39. Número de especies herbáceas endémicas por familia de los ecosistemas de estudio... - 66 -
Figura 40. Diversidad de especies herbáceas en las parcelas de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio. .....- 67 -
Figura 41. Box- plot de valores de índice de distribución de árboles de Clark y Evans de los ecosistemas de estudio. .....- 68 -

Figura 42. Comparaciones estadísticas de patrones de distribución de especies arbóreas a lo largo de un gradiente altitudinal. .....- 68 -
Figura 43.Valoración del Estado de conservación de los ecosistemas de estudio. .....- 70 -
Figura 44. Fase de Campo colección de datos en el Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú. .....- 131 -
Figura 45. Fase de Campo colección de datos en el Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes. .....- 132 -
Figura 46. Fase de Campo colección de datos en el Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes. .....- 133 -
Figura 47. Fase de Campo colección de datos en el Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo.....- 134 -

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.Ficha de campo de registro de parámetros ecológicos de árboles en los ecosistemas de estudio. .....- 101 -
Anexo 2.Ficha de campo de registro de parámetros ecológicos de arbustos y herbáceas en los ecosistemas de estudio. .....- 102 -
Anexo 3. Parámetros ecológicos de las especies de árboles de los ecosistemas de estudio. ..- 103 -
Anexo 4. Parámetros ecológicos de las especies de arbustos de los ecosistemas de estudio. - 110 -
Anexo 5. Parámetros ecológicos de las especies de herbáceas de los ecosistemas de estudio. ..... - 118 -
Anexo 6.Parámetros ecológicos para determinación de la distribución espacial de árboles en los ecosistemas de estudio. .....- 125 -
Anexo 7. Poster descriptivo de la investigación. .....- 130 -
Anexo 8. Fotografías de salidas de campo de ecosistemas de estudio. .....- 131 -

RESUMEN

La presente investigación describe la diversidad florística de plantas leñosas en cuatro ecosistemas representativos de la región Sur del Ecuador, los cuales se encuentran distribuidos a lo largo de una gradiente altitudinal, entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe. Se abarcó un rango altitudinal desde los 800 hasta los 3400 msnm, donde se establecieron parcelas permanentes de una hectárea para el monitoreo de la diversidad florística y dentro de ellas se subdividió en 25 subparcelas de 20 x 20 m, y se seleccionaron al azar tres subparcelas por unidad de muestreo, para la colección de datos ecológicos de todos los individuos con diámetro a la altura del pecho DAP ≥ 10 cm.

Se determinó también la distribución espacial de los individuos del estrato arbóreo, en las tres subparcelas de 20 x 20 m, haciendo uso de índices clásicos de vecindad (p.ej., Clark y Evans, el cual se basa en la medición de las distancias de árboles con respecto a su vecino más cercano). Finalmente se determinó el estado de conservación de los cuatro ecosistemas de estudio, con la finalidad de establecer amenazas a las especies, estimar áreas afectadas y potenciales riesgos a la diversidad, mediante la valoración de variables e indicadores ambientales.

Se registraron un total de 76 individuos de árboles con DAP ≥ 10 cm, los cuales se encuentran distribuidos en un total de 31 especies en 16 familias en el Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú (BsPa02) ubicado a 850 msnm, 146 individuos de árboles, con un número total de 35 especies distribuidas en 22 familias en el bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsMn02) a 2410 msnm, en el bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn02) ubicado a 2757 msnm, existe un total 147 individuos, los cuales se distribuyen en las 46 especies diferentes existentes en 20 familias; en el ecosistema páramo no se registró árboles.

Según el Índice de Diversidad de Shannon la diversidad de árboles tiende a ser homogénea a lo largo de la gradiente altitudinal, a excepción del páramo, la cual representa ser una diversidad media, y el Índice de Similitud de Sorensen presento alta similitud entre ecosistemas.

Se concluye que la gradiente altitudinal influye en la existencia de diferencias significativa de exclusividad y riqueza de plantas leñosas, representado un decrecimiento de la diversidad

florística de árboles, por otro lado existen semejanzas significativas con respecto a las variables densidad e índice de distribución en el intervalo de gradiente altitudinal. Además se determinó que el estado de conservación está relacionado con la intervención institucional para conservación de los ecosistemas, lo que influye en mejorar la estructura del ecosistema y la salud de la biodiversidad.

Palabras claves: Diversidad, distribución, estado de conservación de ecosistemas, gradiente altitudinal, plantas leñosas.

ABSTRACT

This research describes the floristic diversity of woody plants in four representative ecosystems of the region South of Ecuador, which are distributed along an altitudinal gradient, between Loja and Zamora Chinchipe provinces. It comprised an altitude range from 800 until the 3400 (meters *above sea level)* where 1 hectare plots were established for the monitoring of floristic diversity and within them subdivided into 25 subplots of 20 x 20 m, and three subplots were selected randomly by sampling unit, for the collection of environmental data of all individuals with diameter at breast height DAP ≥ 10 cm. It was also determined the spatial distribution of individuals of the tree stratum in the three subplots of 20 x 20 m making use of classic indexes of neighborhood (e.g., Clark and Evans, which is based on the measuring of distances of trees with respect to its nearest neighbor) Finally, it was determined the state of conservation of the four ecosystems of study, in order to establish threats to species, estimate areas and potential risks to biodiversity, through the valuation of environmental indicators and variables.

There were a total of 76 individuals of trees with DAP ≥ 10 cm, which are distributed in a total of 31 species in 16 families in the evergreen forest, foothill of the mountain ranges of the Condor-Kutukú (BsPa02) located at 850 (meters *above sea level)* 146 individuals of trees, with a total number of 35 species, distributed in 22 families in the evergreen forest at the South of the Eastern Andean Mountain Range (BsMn02) located at 2410 (meters *above sea level),* in the evergreen forest at the South of the Eastern Andean Mountain Range (BsAn02) located at 2757 (meters *above sea level),* There is a total 147 individuals, which are distributed in 46 different species existing in 20 families; wasteland ecosystem did not show trees.

According to the Shannon index of diversity, the diversity of trees tend to be homogeneous along the gradient, altitude, with the exception of the Moor, which is considered a media diversity, and Sørensen similarity index present high similarity between ecosystems.

As conclusion, the altitudinal gradient influences the existence of significant differences and wealth of woody plants, represented a decrease of floristic diversity of trees, on the other hand, there are significant similarities with respect to the density and distribution in the range of altitudinal gradient index variables. Furthermore, it was determined that the condition is related to institutional intervention for conservation of ecosystems, which influences on improving the structure of the ecosystem and the health of biodiversity.

Key words: diversity, distribution and conservation status of ecosystems, woody plants, altitudinal gradient.

1. INTRODUCCIÓN

Recientes estudios científicos evidencian los impactos que genera el cambio climático sobre la biodiversidad en diferentes escalas y niveles (p. ej., Delgado y Suárez, 2009; Aguirre y Chamba, 2010; Alvarado *et al.*, 2002; Benítez *et al*., 2007; Caballero, 2010; Cuesta *et al*., 2008; Cuesta *et al*., 2010; Eguiguren *et al*, 2010; Fonticiella, 2010; Fernández *et al*., 2005; Gutiérrez, 2007; Guzmán y Salinas, 2010; Mondragón *et al*., 2006; Searle y Rovira, 2004; y Pascual, 2003), los cuales son causados principalmente por la deforestación, la introducción de especies foráneas, la contaminación, cambio de uso de suelo, e incremento de los Gases de Efecto Invernadero, etc (Aliaga y Villegas, 2009).

Estos impactos pueden generar afecciones a la salud de la población humana (De los Santos y Zapperi, 2009; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-Organización Mundial de la Salud, 2003), desequilibrio económico y alteraciones a los ecosistemas (Barros, 2005; Cuesta *et al.*, 2008; Aliaga y Villegas, 2009; Jiménez, 2009; Villers *et al.*, 2009; Villar y Benito, 2012; Gutiérrez, 2007).

La pérdida de la biodiversidad es un tema de preocupación y por ende de estudio en todo el mundo, sobre todo con la finalidad de demostrar los impactos que afectan a la diversidad biológica, los cuales se traducen en la adaptación de las especies a nuevas condiciones climáticas existentes, cambio en su distribución geográfica (Alzate *et al.*, 2000; Beltrán *et al.*, 2009; Montañez *et al.*, 2010), y/o extinción de las especies (Van de Berg, 2012); sin embargo todavía se evidencia la inexistencia de conocimientos de patrones de diversidad y distribución de especies a escalas locales.

Los ecosistemas del Ecuador albergan un alto índice de biodiversidad a nivel mundial (Hood, 2010; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2010, Carrasco, 2010; Bussmann, 2005; Mena, 2005; Bertzky, *et al*., 2011), sin embargo la ausencia de un manejo sustentable de los recursos naturales, representa un problema latente en la actualidad, requiriendo implementar medidas de manejo sustentable, las cuales contribuyan a la conservación de la diversidad biológica a largo plazo (Aparicio, 2006; Amat *et al.*, 2008; Benítez *et al*., 2007).

Estudios demuestran la existencia de cambios en la biodiversidad en función a la gradiente altitudinal (Cuvi y Caranqui, 2010; Alcaraz, 2012; Kessler *et al*., 2012; Cortés, 2006 y Benavides *et al.*, 2007). Por tal razón el presente trabajo de investigación se enfoca a realizar la caracterización de la diversidad de plantas leñosas a lo largo de una gradiente altitudinal, en cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador, desde los 800 hasta los 3400 metros sobre el nivel del mar.

La presente investigación se enfoca en generar las bases científicas para a largo plazo determinar la existencia de cambios en la diversidad de plantas leñosas en función a una gradiente altitudinal, para ello se plantearon las siguientes preguntas de investigación: ¿Los patrones de diversidad de plantas leñosas difieren en función de altitud?, ¿Difiere la distribución de plantas leñosas a lo largo de una gradiente altitudinal?,¿El estado de conservación de la diversidad de los cuatro ecosistemas representativos de la región sur del Ecuador está asociado a la gradiente altitudinal?

Los objetivos específicos planteados para la presente investigación fueron:

- Caracterizar la diversidad y distribución de plantas leñosas en cuatro ecosistemas de la región sur del Ecuador.
- Evaluar el estado actual de conservación de los cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador.
- Difundir los resultados de la investigación a los diferentes actores interesados en el manejo sustentable de la biodiversidad.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. BIODIVERSIDAD

Biodiversidad o diversidad biológica es el número total de especies animales, plantas y microorganismos que se encuentran en un área determinada (Murillo, 2002; Naranjo y Ramírez, 2009), también incluye la variabilidad genética dentro de las especies, como también las comunidades en las que viven (Gutiérrez, 2007; Dorado, 2010).

Es un resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de vida, las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momento dados se deben a la mutación y selección natural (Aguirre, 2006; Salinas y Veintimilla, 2010).

Para poder monitorear el efecto de los cambios en el ambiente, es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma), y poder diseñar estrategias de manejo y conservación para llevar a cabo acciones concretas a escala local (Moreno, 2001).

2.1.1. Niveles de Diversidad Biológica

2.1.1.1. Diversidad Ecosistémica

Comprende la variabilidad de ecosistemas dentro de un área bastante amplia como son las regiones naturales, biomas, zonas de vida, etc. (Moreno, 2001; Dorado 2010). La variedad de sistemas ecológicos diferentes que incluyen las biocenosis y sus biotopos, componiéndose sistemas naturales en los que las comunidades de seres vivos son interdependientes y evolucionan conjuntamente con las características abióticas del medio (Pascual, 2003).

2.1.1.2. Diversidad de Especies

Comprende la variabilidad de especies en determinado espacio, donde se considera la riqueza de especies: referida al número de especies existentes en un área determinada; y la heterogeneidad, la cual involucra a la riqueza de especies y la respectiva abundancia de cada especie de un área determinada (Ñique, 2010).

Son las entidades biológicas naturales en las que la característica fundamental es la capacidad de intercambio genético (organismos que poseen mecanismos de reproducción sexual) (Pascual, 2003). Este componente es, a veces, ampliado por la idea de diversidad taxonómica en la que la variedad se puede referir a cualquier otra categoría de clasificación (Villarreal *et al.*, 2006).

2.1.1.3. Diversidad Genética

Comprende la variabilidad que se da dentro de una especie, se realiza el cuantificado de la variación expresada en las características morfológicas (Ñique, 2010; Dorado, 2010). Es decir, que la variabilidad de genes contenidas en las poblaciones e individuos que forman parte de las especies, variedad que les hace ser ligeramente diferentes unos de otros, permitiéndoles evolucionar y, en su caso, adaptarse a los cambios del medio en que viven.

Los tipos de diversidad biológica mencionados están sumamente relacionados entre sí, dicho de otra forma: los tres niveles o componentes de la biodiversidad son, simplemente, tres formas complementarias de ver la variedad o diversidad de la vida existente (Pascual, 2003).

2.1.2. Diversidad Alfa

La diversidad alfa trata básicamente de conocer la riqueza específica de una comunidad considerando el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Salinas y Veintimilla, 2010). Esto se lo realiza mediante un inventario completo del número de especies obtenido en el censo de una comunidad en particular, la cual se considera ser homogénea (Moreno, 2001).

2.1.3. Diversidad Beta

Diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de las especies entre diferentes comunidades en un ecosistema, siendo fácilmente medibles en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión en proporciones que pueden evaluarse con índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia) o cuantitativos (número de individuos, densidad, cobertura, etc.), o bien con los mismos índices de diversidad beta (Moreno, 2001; Salinas y Veintimilla, 2010).

2.1.4. Diversidad Gamma

La diversidad gamma es la riqueza de especies de una comunidad o hábitat, la cual representa ser la diversidad especifica de una comunidad (diversidad alfa) y su respectiva diferenciación entre comunidades (diversidad beta), para ello es necesario establecer un listado de especies de sitios puntuales, describir la diversidad regional en término de número de especies o cualquier medida de diversidad alfa (Moreno, 2001; Salinas y Veintimilla, 2010).

2.1.5. Endemismo

El endemismo representa ser una condición importante en la riqueza de la biodiversidad, constituyendo una característica que presenta elevada densidad de especies endémicas en una región, las cuales poseen poca variabilidad genética, ya que se no se adaptan a condiciones diferentes de su hábitat (Naranjo y Ramírez, 2009), debido a que se encuentra únicamente a una zona determinada de distribución espacial, es decir es una especie exclusivamente de un lugar, área o región geográfica, y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo (Aguirre *et al*, 2003).

2.1.6. Diversidad de la Región Sur del Ecuador

El Ecuador con una superficie de tan solo 276.280 km², posee 1.600 especies de aves lo que representa el 17% del total mundial, así mismo se encuentran más de 400 especies de anfibios y unas 3.000 especies de orquídeas. Por otra parte posee más del 10 % de todas las especies de plantas que hay en el planeta (Mena, 2005). Los Andes orientales se consideran uno de los "puntos calientes" de biodiversidad, a pesar de su función ecológica y económica (bienes y servicios ecosistémicos), no se establecen medidas de manejo y conservación adecuadas (Guzmán y Salinas, 2010).

Por su parte la Región Sur del Ecuador cuenta con una particular diversidad biológica y variabilidad genética debido principalmente a características geográficas y climáticas (Bussmann, 2005), al encontrarse en la Formación biogeográfica Huancabamba[1] o

[1] Depresión Huancabamba es el punto más bajo de la Cordillera de los Andes entre Colombia y el sur de Chile (Amanzo *et al.*, 2003).

Discontinuidad del Marañón, cuyo clima se encuentra definido por las corrientes fría de Humboldt y cálida de El Niño.

Sin embargo esta región se encuentra amenazada por la intervención antrópica; principalmente por la conversión de los bosques primarios hacia sistemas agropecuarios (Aguirre *et al.*, 2007), desarrollo de infraestructura vial y la actividad minera, pues los recursos del subsuelo son también muy abundantes en la Región.

2.2. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LE BIODIVERSIDAD

Actualmente el planeta se encuentra sometido a profundas transformaciones que afectan las características biofísicas de los ecosistemas, el cambio climático genera la alteración de patrones climáticos (Aguirre *et* al., 2010; Searle y Rovira, 2004; Gálvez *et al*., 2011; Herzog, *et al.*, 2010), con ello alteraciones a nivel de poblaciones en relación a la densidad y estructura de la flora (Gitay *et al*., 2002; Aparicio, 2006, Villar y Benito, 2012; Herranz *et al*., 2004).

La fragmentación de la funcionalidad del ecosistema, genera la migración de plantas y animales a nivel regional (Van de Berg, 2012), esto representa el riesgo de la pérdida de la biodiversidad, desplazamiento y la erradicación de especies de plantas, la modificación o sustitución de ecosistemas a nivel regional y, en el peor de los casos, la extinción de especies, particularmente en las regiones tropicales (Grupos de Trabajo del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas, 2007). Estudios evidencian que dichos cambios están produciendo respuestas evolutivas forzadas en especies de diversos grupos taxonómicos (Dorado, 2010).

2.2.1. Causas e Impactos del Calentamiento Global

Cerca de 29 mil series observacionales evidencian los impactos que genera el cambio climático a nivel mundial (Alba, 2007; Pauli *et al.*, 2003), probados como cambios en los patrones del clima, principalmente por la temperatura de la tierra (Llosa *et al.*, 2009; Pausas, 2007); para ello se intensifican esfuerzos para establecer conocimientos científicos de dicho tema (Alba, 2007, Lozano *et al.*, 2007), y proponer posibles soluciones de mitigación del impacto generado (Herzog *et al.*, 2010), constituyéndose así, un tema de interés en a nivel mundial (Aparicio, 2006;

Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas 2, 2007; Gómez et al, 2008).

La generación de los GEI en la atmósfera no es la principal causa, el problema reside en el hecho de que estos gases están aumentando como resultado directo de la actividad humana (Aliaga y Villegas, 2009). El primer informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007), presenta evidencia científica, técnica y socioeconómica, relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y mitigación (Barros, 2005; Andrade y Larco, 2005; Staines, 2008).

Las principales contaminantes atmosféricos generados por las actividades antrópicas, son por emisiones de dióxido de carbono (p. ej.: combustión de carbón y petróleo) el metano y el óxido nitroso (p. ej.: agricultura, descomposición de materia orgánica y a los cambios en el uso de la tierra), y los gases industriales de vida prolongada tales como los clorofluorocarbonos (CFC), los hidrocloroflurocarbonos (HFC) y los hidrocarburos perfluorados (PFC). Los principales GEI son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el ozono, el metano, el óxido nitroso, los halocarbonos y otros gases industriales generados por el hombre (Gitay *et al.*, 2002; Gutiérrez, 2007; Miko, 2007).

En la actualidad, es evidente que el efecto invernadero natural ha sido sobrepasado por el impacto de la actividad humana (Cabezas, 2008; Pausas, 2007), las emisiones anuales actuales ascienden a más de 23 mil millones de toneladas métricas de dióxido de carbono (1% del volumen total de dióxido de carbono de la atmósfera) y la concentración máxima de CO2 ha alcanzado un nivel de 380 partes por millón (ppm), que es 100 ppm superior a la que correspondería en la ausencia de intervención humana, por efecto del incremento exponencial de la deforestación (Aliaga y Villegas, 2009).

Los modelos climáticos estiman que la temperatura media mundial aumentará entre 1,4 y 5,8º C para el año 2100, generando respuestas climáticas y efectos de enfriamiento, en distintos sitios

[2] Los informes de los Grupos de Trabajo del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC): Grupo 1. Base Científica, París, febrero de 2007. Grupo 2. Impactos y Adaptación, Bruselas, abril de 2007. Grupo 3. Mitigación, Bangkok, Mayo de 2007.

del plantea, considerándose al cambio climático como un proceso muy dinámico, donde los escenarios de análisis están sujetos a una enorme incertidumbre sobre el futuro (Aparicio, 2006). El clima tampoco responde inmediatamente a las emisiones y por consiguiente continuará cambiando a lo largo de los años (Estrada, 2001).

Es así que los cambios en el clima, podrían generar el aumento de las precipitaciones mundiales y cambios en la frecuencia de los episodios o estaciones, generando eventos climáticos extremos, perturbando bosques, desiertos, praderas y otros ecosistemas y a las especies que habitan en ellos, algunas de las cuales podrían llegar a migrar y/o extinguirse (Cuesta *et al.*, 2012; Fonticiella, 2010).

2.2.2. Impactos del Cambio Climático sobre la flora

Las respuestas ecológicas en los Andes a los cambios recientes en el clima se basa en estudios que reportan varios impactos (Herzog, *et al.*, 2012), entre ellos: (1) alteraciones en la fisiología de las especies y su capacidad de soportar eventos extremos como las heladas, (2) cambios en los patrones de distribución y riqueza de especies (Feeley y Silman, 2010), (3) incrementos en las tasas de extinción locales de algunas especies o comunidades de especies (Dullinger *et al*., 2012) y (4) alteraciones en los patrones fenológicos. Como consecuencias derivadas, también se proyectan cambios en los patrones de distribución de los ecosistemas o biomas (Cuesta *et al*., 2009).

Es posible que los efectos del cambio climático a escala local pudieran reflejar las interacciones de estos tres mecanismos y derivar en alteraciones en las composiciones y funciones de las comunidades vegetales de los ecosistemas andinos. Muchas de las especies leñosas y herbáceas en los Andes (p.ej. Ericaceae, Bromeliaceae) dependen de las interacciones con animales para la dispersión de semillas y polinización; los efectos del Cambio Climático en estos organismos podrían ocasionar asincronías espaciales, temporales o fisiológicas entre especies mutualistas, produciendo cambios en la composición y estructura de las comunidades (Cuesta *et al.*, 2012).

A escalas locales, los factores ambientales que controlan los patrones de diversidad y la composición de las comunidades de plantas vasculares son la temperatura del aire y del suelo, la radiación solar, la humedad del suelo y el balance de carbono, todos ellos susceptibles a sufrir

alteraciones en escenarios de mayor temperatura, mayor concentración de CO2 y mayor estacionalidad.

En este sentido, la necesidad de desarrollar estudios que caractericen a diferentes elementos de la biodiversidad respecto de su grado de susceptibilidad a los cambios ambientales permitirá identificar aquellos grupos de especies que tienen un mayor rango de tolerancia fisiológica o mayor capacidad genética de adaptarse versus aquellos grupos con un mayor grado de sensibilidad y que probablemente experimenten extinciones locales (Cuesta *et al.*, 2012).

2.3. PATRONES DE DIVERSIDAD FLORÍSTICA A LO LARGO DE LA GRADIENTE ALTITUDINAL

Existen factores ambientales que condicionan la distribución e índice de diversidad de un ecosistema (Contreras *et al.*, 2008) Los patrones de diversidad relativa a las familias de plantas cambian según la elevación (Aviles y Jørgensen, 2009; Cañas, 2010). Las especies existentes en zonas tropicales, son propensas a reducir sus hábitats por influencia de factores biofísicos y biológicos, donde la temperatura influye en este comportamiento (Contreras *et al*, 2008; Mazzola *et al.*, 2008). La diversidad florística del Ecuador está representada en gran medida por la variedad de ecosistemas que posee, lo cual constituye la razón principal para que el Ecuador sea considerado entre los países con mayor diversidad del mundo (Cuvi y Caranqui, 2010).

El efecto de las gradientes altitudinales sobre la diversidad de especies se manifiesta por una tendencia general para diversos grupos en que la diversidad de especies disminuye a mayores alturas (Rodríguez, 2011). Este patrón presente en plantas leñosas (Pineda *et al.*, 2007), mamíferos, aves, reptiles, insectos y anfibios es conocido como la regla de Rapoport, que sostiene que la diversidad es mayor cerca de los trópicos y las tasas de migración disminuyen con la elevación, y como consecuencia la densidad de especies y el endemismo de especies es mayor en zonas de transición y en altitudes extremas (Pineda, *et al*., 2007; Cuvi y Caranqui, 2010; Guzmán y Salinas, 2010; Koleff *et al.*, 2008).

2.4. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES FLORÍSTICAS A LO LARGO DE UNA GRADIENTE

Una de las principales metas de la biogeografía es detectar si las especies se distribuyen independientemente unas de otras, o si por el contrario existen patrones de distribución común entre varias especies (Fernández, 2010). Si efectivamente existen patrones de distribución común entre varias especies, entonces éstas son susceptibles a ser clasificadas definiendo límites más o menos claros entre un grupo de especies y otro, de este modo, se consigue la simplificación de complejos patrones de distribución individual por patrones de distribución de grupos de especies, permitiendo a su vez relacionarlos con factores ambientales.

En el análisis de la distribución de especies existen dos grandes aproximaciones: (1) detectar patrones biogeográficos repetitivos (p.ej. grupos de tasa con distribuciones similares) y (2) detectar regiones bióticas (p.ej. grupos de áreas con biotas similares).

Las zonas de transición climática ofrecen un atractivo particular para los análisis biogeográficos, esto porque el solapamiento entre tipos climáticos distintos crea gradientes ambientales que repercuten en la flora y que pueden ser analizados considerando la riqueza, composición, recambio y diversidad de especies, pudiendo relacionarlos a su vez con factores ambientales (Araujo *et al.*, 2011).

Evaluar el grado de agregación o dispersión de las especies, permite además identificar mecanismos y factores que mantienen y promueven la coexistencia de especies y la diversidad vegetal de los ecosistemas naturales (Romero *et al.*, 2001; Macía, 2012).

Los principales mecanismos que se han planteado para intentar explicar los patrones de distribución de los árboles al interior de una comunidad vegetal, pueden resumirse en tres: (1) procesos denso-dependientes tales como competencia excluyente o alta mortalidad de juveniles por ataques de plagas o enfermedades, los cuales se han asociado con patrones de distribución uniforme o disperso; (2) estocasticidad demográfica por mortalidad aleatoria, asociada a patrones de distribución aleatoria; (3) limitación en dispersión o especialización de hábitat relacionada con patrones agrupados o distribución gregaria, esto actúa independientemente de las condiciones ambientales (Cuvi y Caranqui, 2010).

Sin embargo, los cambios en las condiciones ambientales podrían conducir a una interacción entre varios de los mecanismos expuestos, o incluso a una supuesta diferenciación paulatina a lo largo de la gradiente (Montañez *et al.*, 2010; Smith *et al.*, 2004).

2.4.1. Índices de distribución de plantas leñosas

La importancia de la distribución espacial de los árboles también se pone de manifiesto al elegir la técnica apropiada para aplicar los diferentes métodos de ordenación (Ledo *et al.*, 2012), pues el estado de conservación y diversidad de los árboles, influye en la organización de los mismos y es importante saber cómo puede afectar la estructura de la masa (Giraldo, 2010).

Para el estudio de la distribución espacial se han desarrollado índices, que se han ido incorporando a los inventarios para caracterizar la biodiversidad. Estos índices se pueden clasificar (teniendo en cuenta el tipo de datos que utilizan para su cálculo o la metodología empleada) como métodos basados en la varianza, que utilizan datos en unidades de muestreo; métodos basados en cálculos de distancias, que requieren de la medida de distancias o ángulos, y técnicas del momento de segundo orden, que requieren para su cálculo datos de la posición de todos los árboles (Ledo *et al.*, 2012).

2.4.1.1. Índices de aplicación en unidades de muestreo

Las unidades de muestreo son sub-regiones discretas del espacio consideradas como muestras representativas de la población total (Zacarías *et al.*, 2009). En los inventarios forestales son generalmente parcelas donde se mide la densidad de alguna variable o se hace un simple conteo de elementos, como puede ser la estimación de la cobertura o el conteo del regenerado (Fernández, 2010).

Analizar el valor de varianza de la variable medida en las parcelas indicara la presencia de uno u otro patrón espacial. Algunos de los índices incluidos en este grupo no tienen ningún requerimiento respecto a la forma o tamaño de las unidades, otros requieren que las parcelas sean de la misma forma y tamaño y en último caso, requieren que las parcelas cuadradas y contiguas, en el Cuadro 1, se resumen los índices que se pueden utilizar con unidades de muestreo (Moral *et al.*, 2011).

Cuadro 1. Índices más comunes utilizados para unidades de muestreo.

Nombre	Índice	Umbral
Unidades de Muestreo no necesariamente contiguas		
(Fisher *et. al, 1922)*	$I_F = \frac{S^2}{\bar{x}} = \frac{n\sum(x_{i-}\bar{x})^2}{(n-1)\sum x_i}$	>1 Agregado 1 Aleatorio <1 Regular
(David y Moore, 19954)	$\mathrm{ICS} = \frac{S^2}{\bar{x}} - 1$	>0 Agregado 1 Aleatorio <0 Regular
(Douglas, 1975)	$\mathrm{ICF} = \frac{\bar{x}^2}{S^2 - \bar{x}}$	Tamaño del agregado
(Lloyd, 1967)	$\mathrm{IP} = \frac{\dot{x}}{\bar{x}}; \dot{x} = \bar{x} + \frac{S^2}{\bar{x}} - 1$	Tamaño del agregado
		Tamaño del agregado
(Southwood, 1978)	$ID = \frac{S^2(n-1)}{\bar{x}}$	Tamaño del agregado
(Morisita, 1959)	$I_\delta = \frac{n\sum x_{i\,(x_i-1)}}{\mathrm{n}\bar{x}(n\bar{x}-1)} = \frac{n\bar{x}IP}{n\bar{x}-1}$	>1 Agregado 1 Aleatorio <1 Regular
Unidades de muestreo necesariamente contiguas y cuadradas		
(Kershaw, 1960)	Bloqued quadrat covariance	Tamaño del agregado
(Hill, 1973)	Term local quadrat variance (TLQV)	Tamaño del agregado
(Perry, 1998)	Side (Spatial Analisis by distance indices)	Distribución agregación
Unidades de muestreo no necesariamente contiguas ni necesariamente de similar forma y/o tamaño		
Índice de Moran (1950)	$I_{Moran} = \frac{\mathrm{n}\sum\delta_{i,j}\,(x_{i-}\bar{x})(x_{j-}\bar{x})}{\sum\delta_{i,j}\,(x_{i-}\bar{x})^2}$	Distribución de la agregación-auto-correlación
(Gearly, 1954)	$C_{Gearly} = \frac{(\mathrm{n}-1)\sum\delta_{i,j}\,(x_{i-}x_j)^2}{\left(2\sum\delta_{i,j}{}^2\right)\sum(x_{i-}x_j)^2}$	Distribución de la agregación-auto-correlación

Donde *n* es el total de individuos en el total de la muestra, $\bar{x}$ es la medida de los individuos en cada unidad de muestreo, x_i es el número de individuos en cada una de las unidades de muestreo y S^2 es la varianza del número de individuos entre las unidades de muestreo.

2.4.1.2. Índices basados en medidas de distancias

Estos índices requieren medir en campo la distancia o ángulo desde un árbol aleatorio al árbol o árboles más cercanos, o desde un punto aleatorio al árbol más cercano o ambas medidas simultáneamente, por lo que se suelen denominar métodos del vecino más cercano, en el Cuadro 2 se presentan los índices más comunes utilizando medidas de distancias (Ledo *et al.*, 2012; Fernández, 2010).

Cuadro 2. Índices de distribución mediante medidas de distancias.

Nombre	Índice	Umbral
	Distancia árbol – árbol	
(Clark and Evans, 1954)	$I_{CE} = \frac{\frac{\sum_{i=l}^{n} r_i}{n}}{\frac{1}{2\sqrt{\rho}}}$	>1 Agregado 1 Aleatorio <1 Regular
(Skellam, 1952)	$I_{Skellam} = 2\pi\rho \sum r^2{}_i$	$x^2 con\ 2\ grados\ de\ libertad$
	Distancia punto-árbol	
(Pielou, 1952)	$I_{Skellam} = 2\pi\rho \sum r^2{}_i$	>1 Agregado 1 Aleatorio <1 Regular
(Eberhardt, 1967)	$I_E = \frac{\bar{p}^2{}_i}{\bar{p}^2}$	Solo para comparar entre regiones en el área de estudio
	Distancia árbol-árbol y punto-árbol	
(Hopkins and Skellam, 1954)	$I_{HS} = \frac{\sum r^2}{\sum p^2}$	>1 Agregado 1 Aleatorio <1 Regular
(Byth and Ripley, 1980)	$I_{BR} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{p^2}{p^2 + r^2}$	>0,5 Agregado 0,5 Aleatorio <0,5 Regular
(Holgaate, 1965)	$I_{HN} = \sum_{i=1}^{n} \frac{r}{S^2}$	>1 Agregado 1 Aleatorio <1 Regular
	Distancia árbol-dos árboles	
(Holgaate, 1965)	$I_{HF} = \frac{\sum_{i=1}^{n} r^2}{\sum_{i=1}^{n} S^2 - r^2}$	>1 Agregado 1 Aleatorio <1 Regular
(Batchelker, 1971)	$I_B = \frac{\sum_{i=1}^{n} r}{\sum_{i=1}^{n} S}$	>1 Agregado 1 Aleatorio <1 Regular
	Ángulos árbol-árbol	
(Gadow *et. al*, 1998)	$I_G = \frac{1}{n}\sum Z_{ij}$	0 Total regularidad 0,5 Aleatorio 1 Máxima agregación

2.4.1.3. Índices que requieren conocer las posiciones de todos los arboles

Este grupo de técnicas utilizan estadísticos de segundo orden que describen la estructura de la correlación espacial del patrón de puntos basados en la distribución de distancias entre pares de puntos y aumentando la distancia de análisis (Ledo *et al*., 2012). Son muy útiles para estudiar la estructura horizontal a diferentes escalas. En general, el empleo de estas técnicas requiere que el patrón espacial sea homogéneo en la escala de estudio (Victoria, 2009).

2.5. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE

En el sur del Ecuador, específicamente en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, existen sitios de conservación con importancia funcional, social, ecológica y económica; como son las áreas protegidas como el Parque Nacional Podocarpus y los 20 bosques protectores (Centro Integrado de Geomática Ambiental; Herbario Reinaldo Espinosa-Loja; Carrera de Ingeniería Forestal, 2006).

Los ecosistemas de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, brindan a la población de beneficios sociales y servicios ambientales como la regulación hídrica y el aporte en cantidad y calidad de agua, ya sea para consumo humano o para riego (Aguirre *et al.*, 2007). Esta región al disponer de una fuente amplia de recursos biológicos que contiene información genética de valor o utilidad real o potencial. Sin embargo esta biodiversidad se encuentra amenazada por el desarrollo de actividades como; la deforestación, agricultura, minería, que pone en riesgo la diversidad biológica de la región (Aguirre *et al.*, 2003) si no se emplea planes de manejo adecuado de los recursos naturales de la región.

Por lo general se determina el estado de conservación de un bosque, por la salud que manifiesta, mediante la observación de la cobertura vegetal nativa, sin embargo no se considerar la diversidad y una serie de factores amenazantes y degradantes de los recursos asociados a ese bosque, derivados de la intensidad de su uso. Es importante considerar variables e indicadores de evaluación bajo criterios técnicos sustentados en investigaciones científicas e información bibliográfica disponible (Eguiguren y Ojeda, 2009; Naranjo y Ramírez 2009; Alulima y Angamarca, 2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO

Los cuatro ecosistemas de estudio se encuentran ubicados a lo largo de una gradiente altitudinal, entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (Figura 1), los cuales son:

(1) Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú ubicado de la Estación Científica El Padmi perteneciente a la Universidad Nacional de Loja ubicado en la parroquia El Padmi, cantón Yanzatza de la provincia de Zamora Chinchipe, a 800 msnm, ubicado entre las coordenadas E 764815 m, y N 9587586 m. La Estación científica El Padmi en su conjunto es altamente representativa de la fisiografía del corredor fluvial Zamora, Nangaritza, conformado por valles estrechos, colinas y montañas de fuertes pendientes (Naranjo y Ramírez, 2009; Valarezo, 2004);

(2) Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes sector Amauta en la reserva privada de El Madrigal perteneciente a la Microcuenca San Simón a 7 km de la ciudad de Loja, ubicado en las coordenadas E 703585 m, y N 9552357m, en el cantón y provincia de Loja, a 2400 msnm aproximadamente, situado en el sureste de la ciudad de Loja, delimitada por una de las cadenas andinas en su lado oriental.

(3) Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes del sector Cajanuma, perteneciente al Parque Nacional Podocarpus al Sur del Ecuador, a 14 km de la ciudad de Loja, con altitud de 2700 msnm y ubicado entre las coordenadas E 702586 m, y N 9544905 m.; y,

(4) Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo del Cajanuma perteneciente al Parque Nacional Podocarpus ubicado en la región sur del Ecuador, ubicado a 2900-3400 msnm, entre las coordenadas geográficas E 704188 m, y N 9546694 m (Ministerio del Ambiente, 2012). Posee una alto nivel de diversidad y endemismo a nivel nacional (Aguirre y Chamba, 2010; Eguiguren y Ojeda, 2009) ubicándose en la depresión de Huancabamba y en contacto con la zona Tumbesina, entre las cuencas Amazónica y del Pacífico, considerada como zona de transición de los páramos de norte de los Andes hacia la Puna al sur en el Perú (Eguiguren y Ojeda 2009).

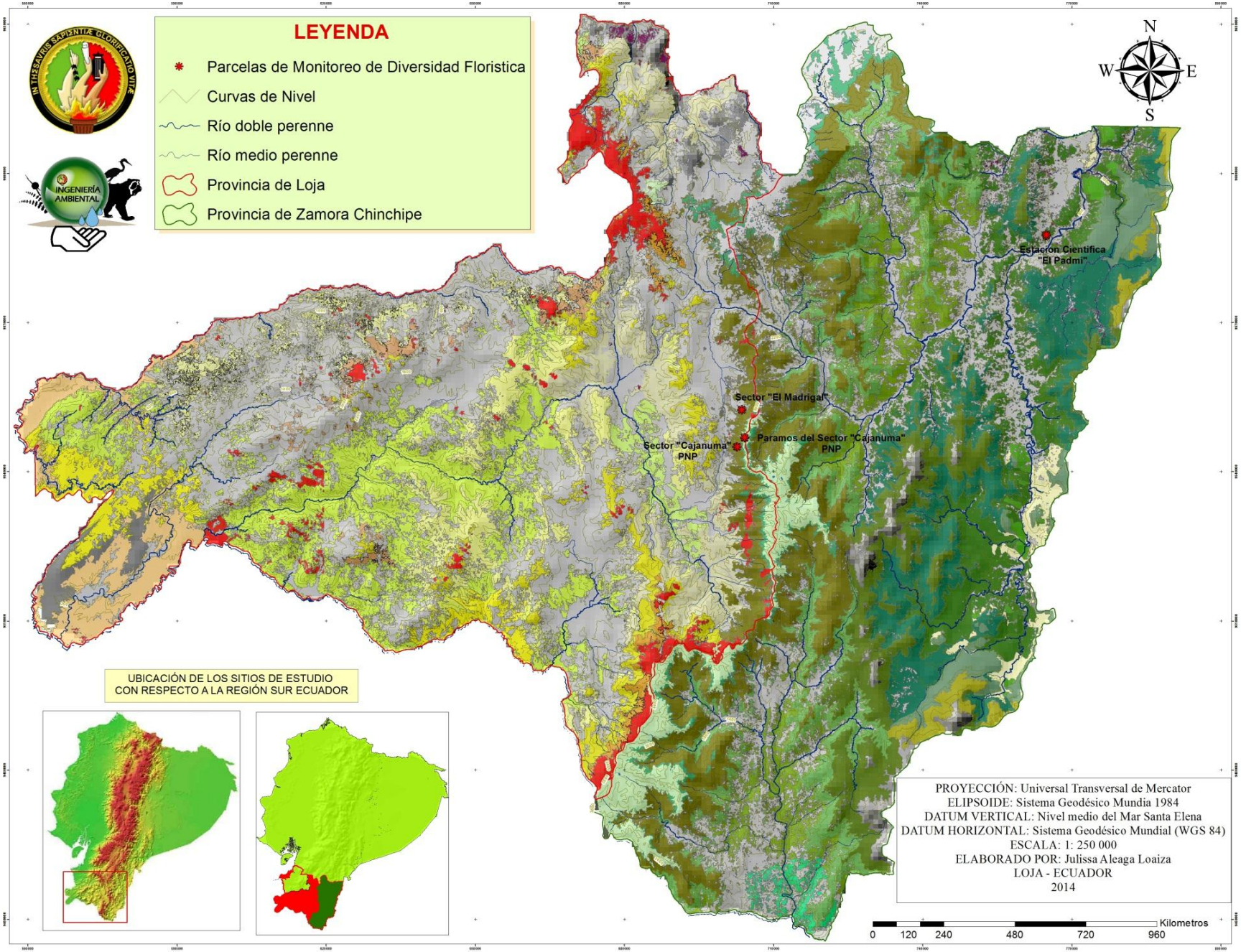


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012).

La descripción de algunos parámetros ambientales de los sitios de estudio, se resumen a continuación en el siguiente Cuadro 3.

Cuadro 3. Características biofísicas de los cuatro ecosistemas seleccionados en la región sur del Ecuador.

Código	Ubicación	Ecosistema*	Altitud msnm	Temperatura media anual (°C)	Precipitación media anual (mm)	Textura y Origen de los Suelos
BsPa02	Estación Científica El Padmi	Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	800	23°C	2000	Entisoles, en el piso bajo y Inceptisoles en el piso medio.
BsMn02	Sector de Amauta, Microcuenca Zamora Huayco	Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	2073	15,6 °C	919 mm	Arenosos, Franco Limosos y Arcillosos
BsAn02	Bosque Andino Cajanuma-PNP	Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	2800	11 °C	3000 mm	Francos, Franco-arcilloso, rocosos.
AsSn01	Paramos del Sector Cajanuma-PNP	Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	3400	8°C	4000mm	Suelos formados por roca metamórfica meteorizada.

* Los nombres de los ecosistemas de estudio fueron establecidos en base al Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental del Ministerio del Ambiente (2012)

Fuente: Sánchez y Rosales, 2002; Naranjo y Ramírez 2009; Eguiguren y Ojeda 2009; Salinas y Veintimilla, 2010; Aguirre y Chamba, 2010 y Santín y Vidal, 2012.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS LEÑOSAS EN CUATRO ECOSISTEMAS DE LA REGIÓN SUR DEL ECUADOR

Para la caracterización de la diversidad y distribución de árboles se desarrollaron las siguientes actividades:

3.2.1. Instalación de parcela de monitoreo de la diversidad florística en una gradiente altitudinal

Dentro de cada uno de los ecosistemas seleccionados, se instalaron parcelas permanentes de monitoreo de diversidad florística a largo plazo de una hectárea como unidad de muestreo, las mismas se distribuyen a lo largo de una gradiente altitudinal desde los 800 hasta los 3400 msnnm (ver la distribución en la Figura 2), para conocer la presencia de patrones de diversidad y distribución de árboles, en función a la altitud.

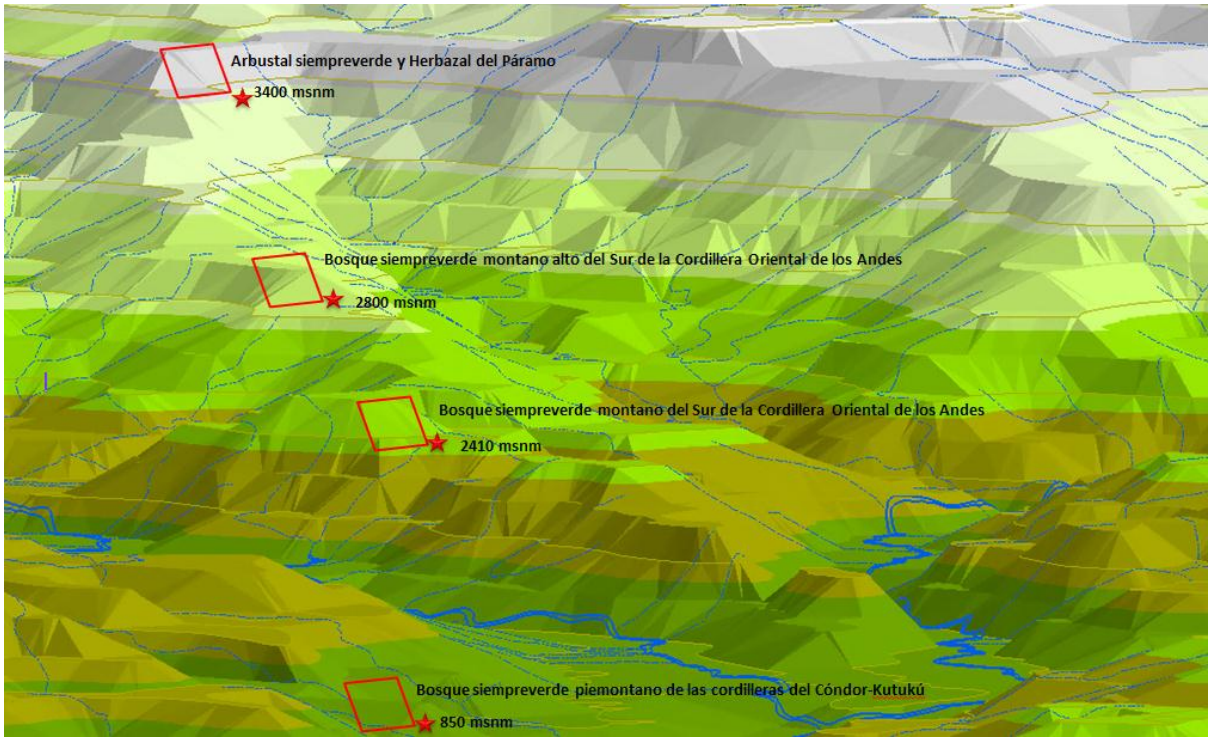


Figura 2. Representación de los sitios de estudio a lo largo de una gradiente altitudinal.

En cada parcelas permanentes de una hectárea (100 x 100 m) fue subdividida en 25 subparcelas de 400 m² (20 x 20 m) para el estrato arbóreo, las cuales fueron codificadas con los números del 1 al 25, para posteriormente ser delimitadas con mojones y piola (Figura 3), y georeferenciadas

en sus cuatro vértices (Latitud y Longitud) en el Sistema Geodésico Mundial (WGS 84) (Figuras 4).

Figura 3. Instalación de parcelas permanentes de monitoreo de la diversidad florística.

(a) (b)

Figura 4. Delimitación de parcelas de estrato herbáceo en los ecosistemas de estudio; (a) Sector El Padmi, (b) Sector El Madrigal.

Del conglomerado de 25 parcelas, se seleccionaron al azar tres subparcelas de 20 x 20 m, en la cuales se colecto información de todos los individuos con Diámetro a la Altura del Pecho mayor o igual a 10 cm (DAP ≥ 10 cm), en cada una de las subparcelas se instalaron tres parcelas de 25 m² (5 x 5m) para la colección de información del estrato arbustivo en cada una de ellas se instaló

una parcela 1 m² (1 x 1m), para determinar diversidad del estrato herbáceo (Figura 5) (Álvarez *et al*., 2006).

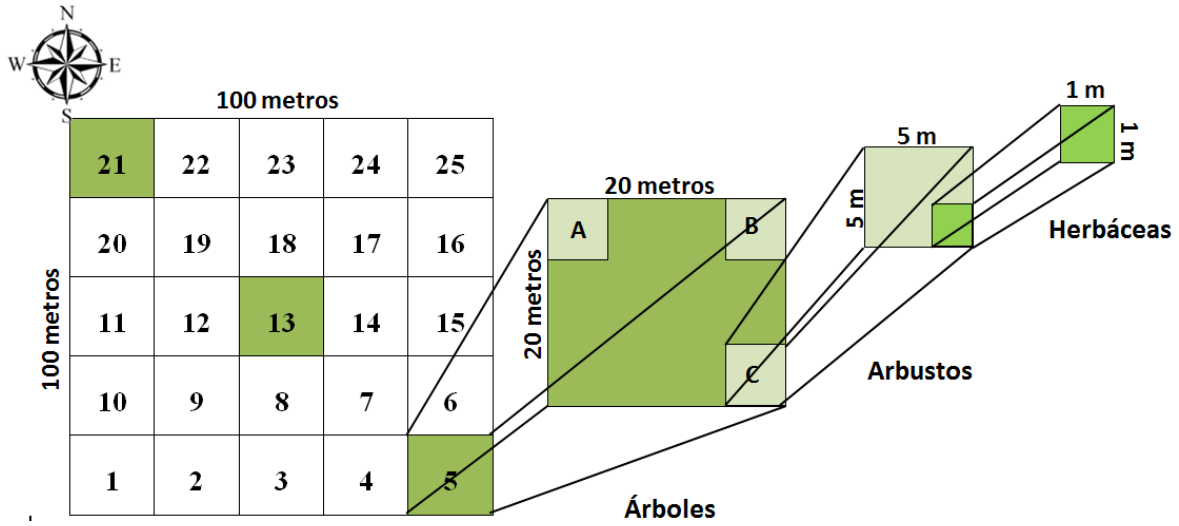


Figura 5. Diseño de instalación de parcelas permanentes de monitoreo de diversidad florística en cuatro ecosistemas de la provincia de Loja y Zamora Chinchipe.

3.2.2. Colección de información del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo en las parcelas de los sitios de estudio

La colección de datos se realizó únicamente a aquellos individuos vivos que se encontraron en las parcelas, la información de árboles colectada fue: circunferencia a la altura del pecho (CAP ≥ 31 cm)los mismos que debe ser mayor o igual a 31 cm (Figura 6) mediante cintas métricas, altura del individuo, amplitud de copa del árbol dirección norte – sur y este – oeste, distancia y código del vecino más cercano, distancia espacial X y Y, e identificación de la especies, la ficha de campo utilizada para la colección de información de los árboles de las parcelas se detalla en el Anexo 1.

Figura 6. Medición del DAP de los árboles en las parcelas permanentes.

En la Figura 7 se muestra la forma adecuada de medir el CAP en el campo, cuya medida se realizó a 1,3m de altura desde el suelo en forma perpendicular al eje central del tronco.

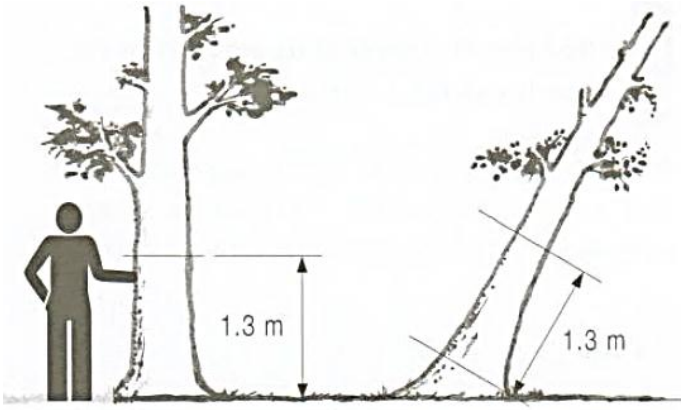


Figura 7. Medición del CAP de árboles en el campo (Cueva *et al*., 2012).

La altura total del árbol se midió con el método basado en principios geométricos, Hipsómetro Christen, dónde el observador debe elegir una posición desde la cual pueda ver el árbol, sin moverse la base del árbol en el extremo inferior de la regla y el ápice en el extremo superior. Para determinar el Diámetro a la Altura del Pecho se midió con una cinta métrica el CAP de los individuos y luego se transformó a DAP, dividiendo para π (3,1416).

El ancho de copa de los individuos se determinaron extendiendo horizontalmente sobre el suelo la cinta métrica en ambas direcciones (Norte-Sur, y Este-Oeste) (Figura 8) hasta llegar al filo de cada extremo de la copa y se realiza la medición con una cinta métrica (Figura 9).

Figura 8. Representación gráfica de la medición del ancho de copa en direcciones Norte-Sur y, Este-Oeste.

Figura 9. Medición del ancho de copa en dirección Norte – Sur de los individuos de las parcelas de monitoreo permanente.

Cada árbol identificado fue marcado con una placa de aluminio con código numérico, se pintó con pintura roja el DAP, es decir un anillo en contorno a cada individuo a 1, 30 m de altura desde el suelo, para que en estudios posteriores se mida en la misma señalización (ver Figura 10).

(a) (b)

Figura 10. (a) Marcación del CAP de los árboles y, (b) etiquetado con placa de aluminio a los árboles de las parcelas permanentes.

Para registrar las distancias X de los árboles, se midió midiendo la distancia en metros donde se ubica el árbol, desde el vértice 1 el cual es el punto de referencia 0, hacia la dirección este, así mismo se midió en metros desde el punto de referencia en dirección norte la distancia en Y donde se encuentra el árbol tal como se muestra en la Figura 11, para posteriormente ubicarlos en un mapa con las coordenadas geográficas de la parcela, con las coordenadas del punto de referencia.

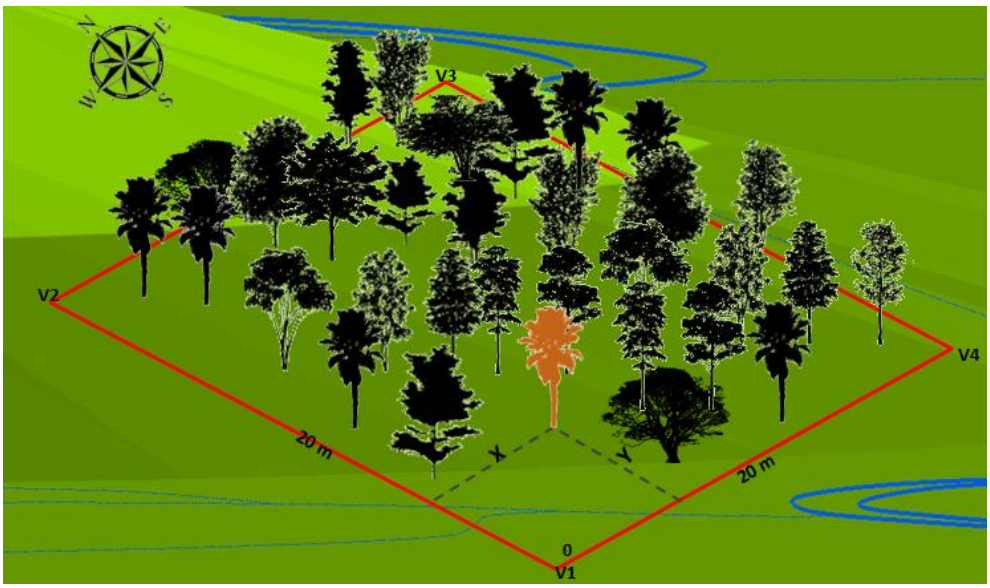


Figura 11. Medición de las distancias X y, Y (m) de los árboles en las parcelas de monitoreo.

Para determinar la pendiente se ubicó una persona en la parte alta del terreno, a un vértice de la parcela y otra persona de similar estatura se ubica en la parte baja al otro vértice de la parcela, con el clinómetro la persona que se encuentra en el extremo inferior de la parcela (Figura 12). Se observó a la altura de los ojos de la otra persona hasta hacer coincidir la burbuja del nivel con la línea del centro del lente, finalmente se lee en la escala correspondiente el valor porcentual de la pendiente medida.

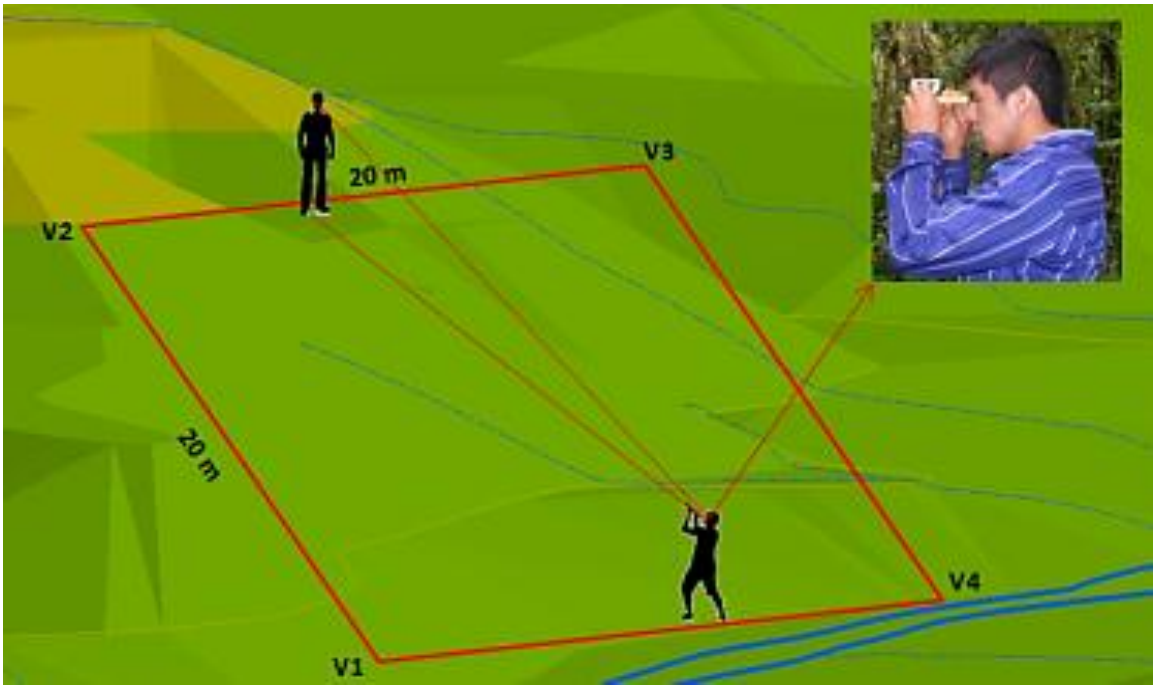


Figura 12. Medición de la pendiente en las parcelas de monitoreo de la diversidad florística.

En las parcelas de 1 x 1 m, y 5 x 5 m, se determinó el número de individuos por especie, porcentaje de cobertura e identificación de las especies botánicas, la hoja de campo utilizada para la colección de información de diversidad del estrato arbustivo y herbáceo se utilizó la ficha de campo las misma se detalla en el Anexo 2.

La identificación de las especies, se realizó mediante colección de muestras botánicas según las normas clásicas de herborización, para posteriormente sean reconocidas en el Herbario Reinaldo Espinoza, de la Universidad Nacional de Loja (ver Figura 13).

(a) (b)

Figura 13. (a) Colección de muestras en el campo, e (b) identificación de especies en el Herbario Reinaldo Espinoza de la Universidad Nacional de Loja.

3.2.3. Cálculo de Parámetros Ecológicos para Estudio de la Diversidad Florística en los Sitios de Estudio

Con los datos obtenidos de la fase de campo se procedió a sistematizar la información en una base de datos mediante hojas electrónicas Excel, a través de las cuales se determinaron parámetros ecológicos, índices de diversidad y evaluación de estado de conservación de los ecosistemas. Para poder determinar el IVI de árboles en los ecosistemas de estudio, primeramente se determinó el Área Basal por especie de las parcelas, para ello se aplicó la siguiente formula:

$$\mathrm{AB} = \pi\, DAP^2/4$$

Posteriormente se determinó, la densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), dominancia Absoluta (Dom), dominancia relativa (DomR), frecuencia relativa (FR), e índice de valor de importancia (IVI), aplicando las fórmulas, los cuales se detallan a continuación en el Cuadro 4:

Cuadro 4. Parámetros de análisis de datos para determinar diversidad de plantas leñosas en cuatro ecosistemas de la provincia de Loja y Zamora Chinchipe.

Parámetro	Modelo	Descripción	Interpretación
Densidad (D)	$D = \frac{\text{N° individuos por especie}}{\text{Total del area muestreada}}$	Número de individuos existente en un área determinada.	La especie con más densidad es la que tiene un mayor número de individuos por hectárea.
Densidad Relativa (DR)	$DR = \frac{\text{N° individuos por especie}}{\text{N° total de individuos}} \text{x } 100$	Número total de individuos de una especie expresada como una proporción del número total de individuos de todas las especies.	La especie con mayor densidad relativa es la que tiene el porcentaje más alto.
Frecuencia (FR)	$FR = \frac{\text{N°parcelas en que se repite la especie}}{\text{N° total de parcelas}} x\ 100$	Es el número de ocurrencia de una especie en el área de muestreo.	Se expresa en porcentaje.
Área basal (AB)	$AB = \pi\ DAP^2/4$	Es al área en metros cuadrados del corte transversal de un árbol a la altura del pecho, es decir, a 1,30 m.	La especie con mayor área basal, es aquella que mayor espacio ocupa o domina en el área muestreada.
Dominancia Relativa (DomR)	$DomR = \frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia total de las especies}}$	Es la relación del tamaño de los árboles, los componentes básicos de la ocupación del espacio del árbol respecto a totas las especies existentes en el área de muestreo.	El árbol que mayor valor de DomR posee es aquel que domina en relación a la totalidad de las otras especies.
Dom(Dom)	$Dom = \frac{\text{AB de una especie}}{\text{Area muestreada}}$	Es la proporción que ocupa una especie en proyección perpendicular al terreno.	La especie que tiene el porcentaje más alto, es la más dominante.
Índice de valor de Importancia (IVI)	IVI= DomR+DR+FR	Este índice indica que tan importante es una especie de la comunidad vegetal.	La especie que tiene IVI alto significa que es ecológicamente dominante.

Fuente: Aguirre y Aguirre, 1999; Aguirre y Chamba, 2010; Eguiguren y Ojeda, 2009, Salinas y Veintimilla, 2010.

En los estratos arbustivo y herbáceo se determinó, densidad, densidad relativa, frecuencia relativa de las especies presentes en las parcelas de los ecosistemas de estudio.

El endemismo de especies se determinó mediante la revisión bibliográfica del listado general de todas las especies registradas en los ecosistemas de estudio, para lo cual se empleó el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jørgensen y León-Yánez, 1999) y el Libro Rojo de las Especies Endémicas del Ecuador (León *et al.* 2011).

3.2.4. Determinación de Diversidad Florística Alfa de los Ecosistemas de Estudio

Para conocer la diversidad florística alfa de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de los sitios de estudio, se utilizó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (H').

$$H' = \sum_{i=l}^{S} (Pi)(ln\, Pi);\ E = \frac{\mathrm{H}'}{\mathrm{Hmax}};\ Hmax = ln(S)$$

Dónde:
H' = Índice de Shannon.
S = Número de especies.
Pi = Proporción de número total de individuos que constituye la especie i.
E= índice de equitatividad
ln= logaritmo natural
Para la interpretación de los resultados, se utilizó la siguiente escala de rangos de 0 – 1 con su respectivo significado:

Valores	Significancia
0 – 0,35	Diversidad baja
0,36 – 0,70	Diversidad media
> 0, 71	Diversidad alta

Fuente: Aguirre, 2006; Eguiguren y Ojeda, 2008.

3.2.5. Diversidad Beta de los Ecosistemas de Estudio

La diversidad beta nos permite conocer las diferencias o similitudes que poseen una serie de muestras en términos de variación, es decir el grado de similitud que existe entre las comunidades de los ecosistemas de estudio.

Para ello se aplicó el índice de Sorensen cuya expresión matemática se presenta a continuación:

$$ls = \frac{2\mathrm{c}}{\mathrm{a} + \mathrm{b}} * 100$$

a= número de especies encontradas en la localidad a

b= número de especies encontradas en la localidad b
c= sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios

Para la interpretación de los resultados, se utilizó la siguiente escala de rangos de 0 – 1 con su respectivo significado:

Valores %	Significancia
0 – 35	Disimiles
36 – 70	Medianamente similares
> 70	Muy similares

Fuente: Moreno, 2001; Eguiguren y Ojeda, 2008.

3.2.6. Determinación de la distribución de plantas leñosas a lo largo de una gradiente altitudinal

Primeramente se determinó la frecuencia de los individuos de cada especie arbórea por ecosistema, los valores fueron empleados para estimar la varianza y el promedio (Figura 14). Seguidamente se realizó comparación de la varianza con el promedio (esto se lleva a cabo para todas las especies), para luego ser sometidos a la prueba de Chi-cuadrado[3] (X^2).

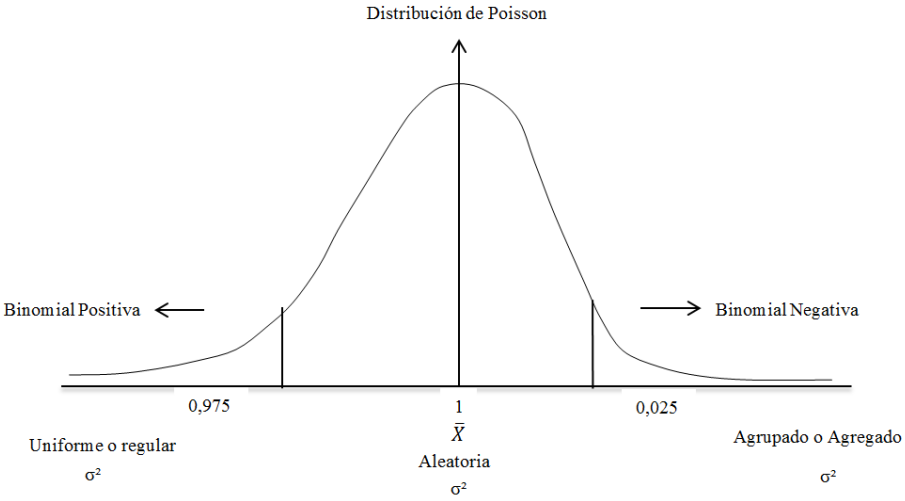


Figura 14. Comparaciones de varianza y promedio de frecuencias de árboles.

En base al resultado obtenido de dicha comparación, se establece el rango de valor crítico de X^2 (Cuadro 5) para probar el tipo de distribución que presente los individuos; así mismo al comparar

[3] Chi – cuadrado, es la distribución de varianzas de muestras al azar se puede usar para establecer límites de confianza para una estimación de la desviación estándar, así mismo se suele utilizar para evaluar la calidad de ajuste de los datos que representan, a la vez estimar la probabilidad de obtener proporciones de variables discontinuas. (García, 2002)

los parámetros varianza y promedio similares indicando una tendencia o seguimiento de cierto patrón de distribución que siguen los individuos del estrato arbóreo.

Cuadro 5. Rango establecido por la prueba $\boldsymbol{X^2}$.

Valor Critico de X^2		**Distribución**
0.975	0.025	Aleatoria
>0.975		Uniforme
	< 0.025	Agrupada

La expresión matemática de Chi-cuadrado se presenta a continuación:

$$X^2 = \frac{S^2}{\bar{X}}(n-1)$$

El proceso de obtención de distribución de las especies arbóreas en base a datos de abundancia de los individuos de las parcelas de estudio en los ecosistemas seleccionados, se esquematiza en el flujo grama que se presenta en la Figura 15.

Para definir el patrón en los ecosistemas se sustentan en la realización de pruebas de hipótesis donde a partir de la suposición de que la distribución del número de individuos por unidad de muestra es aleatoria, el resultado de la relación varianza-media, se puede inferir que tipo de patrón espacial representa la población.

Al ser un muestreo de árboles con DAP ≥ 10 cm en las tres subparcelas de 20 x 20m, los datos se encuentran limitados por el área de muestreo, sin embargo es posible determinar la distribución de plantas leñosas haciendo uso de índices clásicos de vecindad de Clark y Evans.

La aplicación de este índice fue necesario medir la distancia del vecino más cercano, el cual permite compara datos de densidad de población (estimada o conocida) (Figura 16), con la muestra de los datos de distancias de un árbol a su vecino más próximo (García, 2002).

La precisión de este índice depende del tamaño de muestra de distancias entre árboles vecinos tomada.

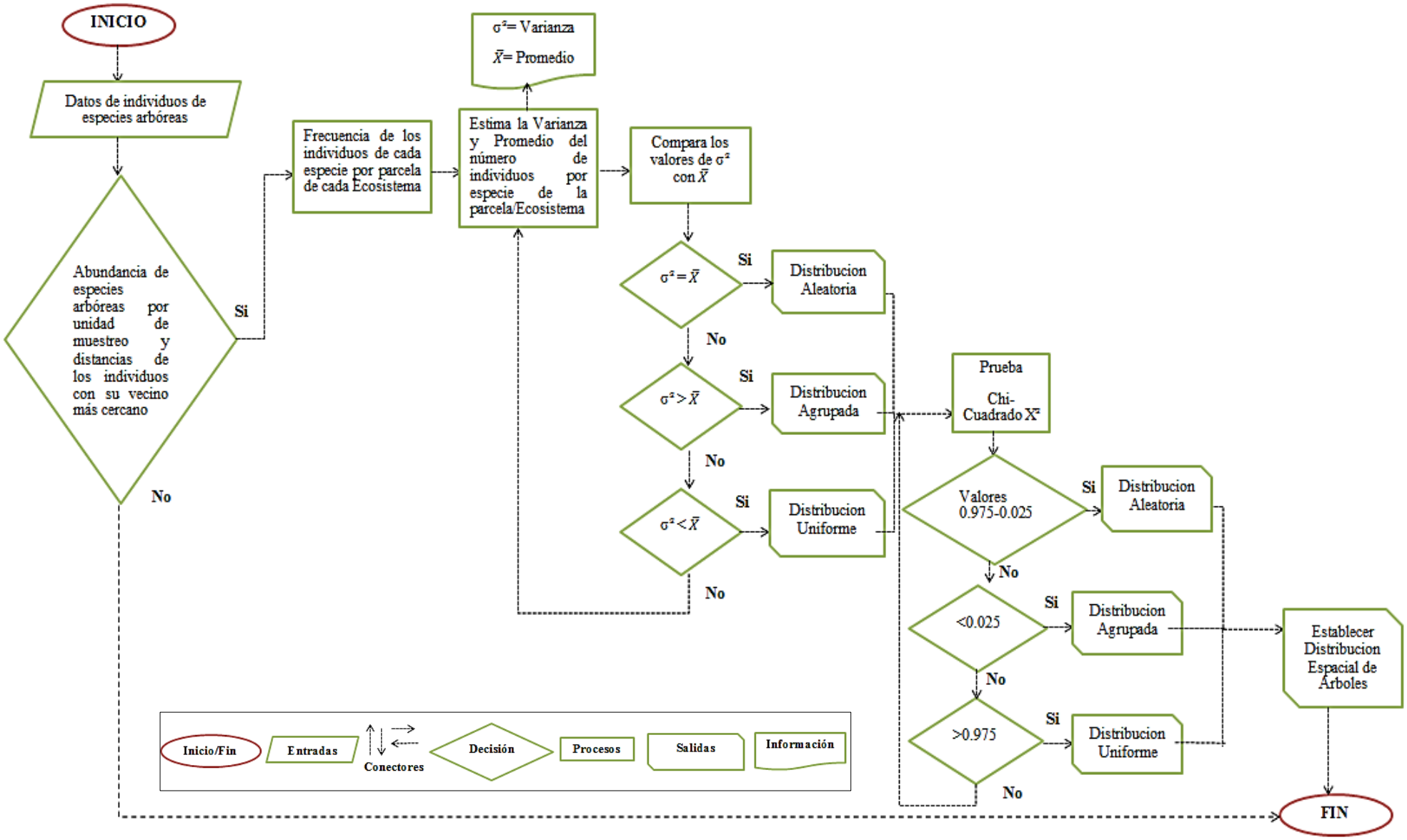


Figura 15. Flujo grama del proceso de obtención de distribución de árboles mediante la abundancia de individuos de árboles.

$$I_{CE} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} r_i}{n}}{\frac{1}{2\sqrt{\frac{1000}{N}}}}$$

Dónde:

I_{CE} = Es el índice de Clark y Evans.

N= número de árboles por hectárea

n= número de árboles por parcela

r_i = distancia al árbol i hasta su vecino más cercano (m).

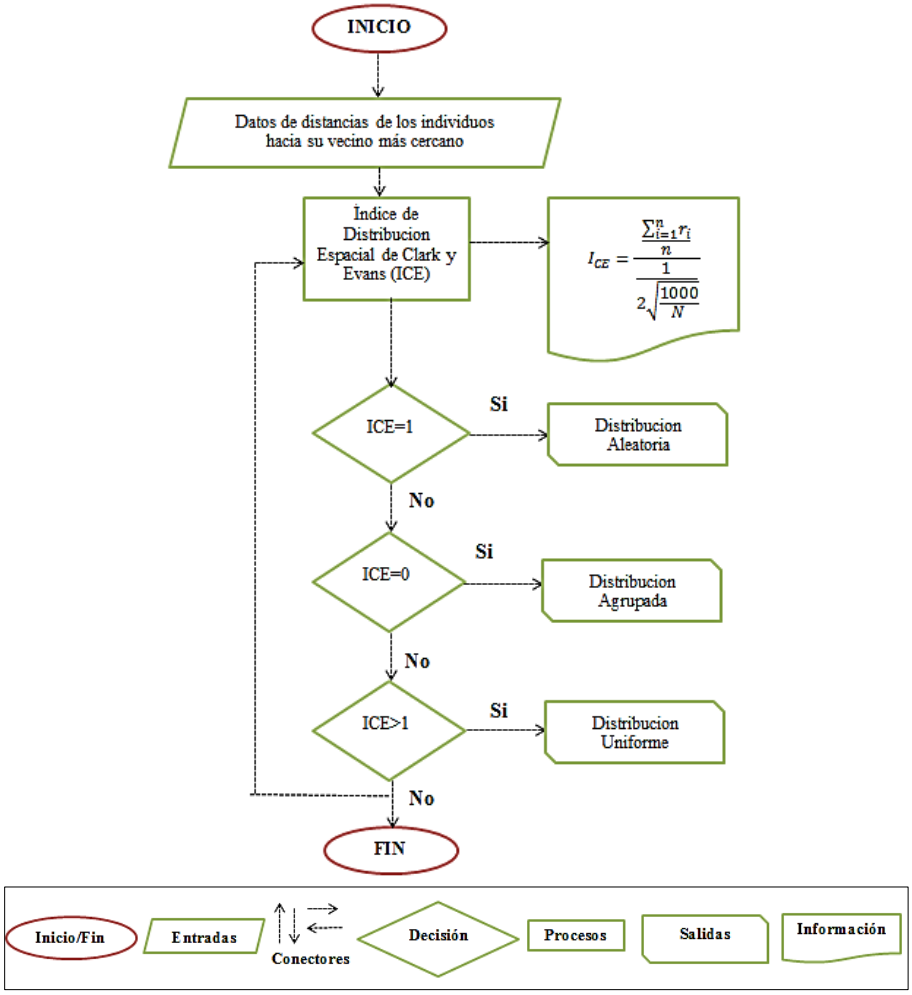


Figura 16. Flujo grama del proceso de obtención de distribución de árboles con valores de distancias de vecino más cercano.

3.2.7. Análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de la diversidad arbórea, arbustiva y herbácea, utilizando el programa *XLSTAT* versión estudiantil 2012. También se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias de las variables de diversidad alfa, densidad, riqueza e índice de distribución de plantas leñosas entre los ecosistemas. Finalmente se realizó análisis Clúster y Multivariados entre los sitios de estudio utilizando el programa *Info Stat /Estudiantil* versión 2008.

3.3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE.

Se realizó mediante la aplicación de una metodología de evaluación, que resulta de la adaptación de tres metodologías propuestas: (1) Metodología para evaluar el estado de conservación de Áreas protegidas y Bosques Protectores de Loja y Zamora Chinchipe (2006); (2) Metodología para la Evaluación del Estatus de Conservación de Master *et al.,* Nature Serve (2012) y; (3) Metodología para Evaluar el Estado de Conservación de la Vegetación, propuesta por Aguirre (2012).

Primeramente se procedió a colectar información en el campo sobre parámetros ecológicos que permitió determinar con datos reales y específicos el estado de conservación de los ecosistemas. Luego se procedió a dar una valoración a cada indicador de los criterios establecidos para cada área evaluada. Cada indicador recibió una valoración ponderada de 1, 2, y 3 de acuerdo a su importancia: poca, media o bastante entre los indicadores de cada variable. Así mismo se estableció la ponderación o peso que tendría cada variable respecto al total o cien por ciento de la calificación máxima. Durante los recorridos de campo y con la finalidad de agilitar y precisión en la apreciación se estableció una escala de valoración con tres categorías (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valoración de categorías en la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas de estudio.

Simbología	Valoración	Equivalente
M	Malo	1
R	Regular	2
B	Buena	3
MB	Muy Buena	4

Los criterios e indicadores que se usaron para la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas de estudio se detallan a continuación en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Criterios e Indicadores para la evaluación del estado de conservación de los cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador.

Criterios e indicadores	**Valor de Importancia entre Parámetros**	**Valoración Real del Parámetro %**	**Valoración de Campo**	**Valoración Alcanzada del Parámetro %**
Estructura del Ecosistemas				
% de Cobertura de plantas herbáceas				
Tamaño de Población (Cada especie)				
Número de Ocurrencias (Frecuencia Relativa por Especie)				
Diversidad florística especifica				
Diversidad Alfa				
Salud de la Biodiversidad				
Apariencia del tipo de Estratos.				
Número de especies representativas de flora.				
% de cobertura de briofitos				
Grosor de la capa de hojarasca				
Número de Especies Endémicas en cada ecosistema.				
% de pisoteo (actividades turísticas)				
Interés Social en Protección por Servicios Ambientales				
Número de iniciativas para conservar ecosistemas de importancia hídrica.				
Ecoturismo				
Nro. De acuerdos sociales y/o legales de conservación.				
Participación Institucional				
Nacional				
Provincial				
Local				
Estado de Conservación Ideal				
Estado de Conservación Alcanzado				
Estado de Conservación Ideal				
Estado de Conservación Alcanzada				

Fuente: Metodología para evaluar el estado de conservación de Áreas protegidas y Bosques Protectores de Loja y Zamora Chinchipe, 2006; Nature Serve, 2010 y Aguirre, 2012.

Los valores que se registraron en el campo, se procesaron mediante una fórmula matemática, que permita considerar los valores previamente definidos y ser comparados, obteniéndose así el porcentaje de conservación alcanzado (Cuadro 8).

Cuadro 8. Determinación del estado de conservación de cuatro ecosistemas de estudio, a lo largo de una gradiente altitudinal.

Categorías	Fórmulas
Variable	Sumatoria del valor ponderado de sus indicadores.
Valor ponderado del indicador	$VP = \frac{Valor\ de\ Importancia\ del\ Indicador}{\text{Suma total del valor de todos los indicadores}}\ x\ 100$
Estado de Conservación	$EC = \frac{Valor\ Ponderado\ del\ Indicador\ en\ \% * Valoración\ de\ Campo}{\text{Valoración Máxima de Campo (4)}}$
Estado de Conservación de cada Ecosistema	Sumatoria de Valores Parciales

3.3.1. Estructura de los Ecosistemas de Estudio

La estructura del ecosistema se determinó mediante la consideración de indicadores los cuales se asignó un rango de calificación en base a los datos de muestreo de plantas herbáceas, en los cuatro ecosistemas a los largo de una gradiente altitudinal (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valores de calificación para los indicadores del criterio Estructura de los Ecosistemas de la provincia de Loja y Zamora Chinchipe.

Estructura del Ecosistema	Rangos Valor de Importancia entre Parámetros		
	Poco	**Medio**	**Bastante**
	1	**2**	**3**
% de Cobertura de plantas herbáceas	0 -33	34 – 63	64 -100
Tamaño de Población plantas vasculares (Cada especie)	0 - 5	6 – 10	>10
Número de Ocurrencias (Frecuencia Relativa por Especie)	0 -33	34 – 63	64 -100
Diversidad florística especifica	0 -25	26 -50	>50
Diversidad Alfa	0 -33	34 – 63	64 -100

Para el porcentaje de cobertura se estableció mediante la relación del número de registros de la especie al número total de registros (%). Para el tamaño de la población se tomó en cuenta la

densidad de especies de cada ecosistema, mediante el muestreo en cada parcela. El número de ocurrencias se consideró el número de especies más frecuente en cada ecosistema. En la diversidad florística se determina en base al número de especies encontradas en cada ecosistema.

3.3.2. Salud de la Biodiversidad

Para la determinación de la salud de la biodiversidad se consideró los indicadores que se calificaron de acuerdo al rango establecido (Cuadro 10).

Cuadro 10. Indicadores y rango de calificación del criterio Salud de la Biodiversidad en cuatro ecosistemas de la provincia de Loja y Zamora Chinchipe.

Salud de la Biodiversidad	**Rangos Valor de Importancia entre Parámetros**		
	Poco	**Medio**	**Bastante**
	1	**2**	**3**
Apariencia del tipo de Estratos	1	2	3
Número de especies representativas de flora.	0 -33	34 - 63	64 -100
Número. de especies endémicas encontradas en cada ecosistema	0 -5	6 - 20	>20
Pisoteo por actividades turísticas (% de área con evidencias de pisoteo)	0 -33	34 - 63	64 -100

Con respecto a la apariencia de estratos se consideró la existencia y la estructura arbustiva y herbáceo de cada sitio, para ello se generó información de las especies del estrato arbusto (5x5m), y herbáceo (1 x 1m).

Para el segundo indicador se tomó en cuenta el porcentaje de cobertura de las especies características de cada ecosistema, en el endemismo se consideró el número de especies endémicas existentes en cada ecosistema, para determinar la diversidad florística se consideró el número de especies encontradas en cada parcela de cada ecosistemas, la diversidad alfa el cual se obtuvo mediante el índice de Shannon-Wiener (H').

Y por último para el grado de intervención antrópica se obtuvo mediante información secundaria de los sitios de estudio y percepción visual de pisoteo en las parcelas de estudio.

3.3.3. Interés Social en Protección por Servicios Ambientales y Participación Institucional.

Los criterios e indicadores de interés social en protección por servicios ambientales que engloban indicadores determinen el estado de conservación en función del interés social por conservar, se detallan a continuación en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Indicadores y rangos de calificación para evaluar el interés en protección por servicios ambientales y participación institucional en los cuatro ecosistemas representativos de la Región Sur del Ecuador.

Criterio e Indicadores	**Rangos Valor de Importancia entre Parámetros**		
	Poco	**Medio**	**Bastante**
	1	**2**	**3**
Interés Social en Protección por Servicios Ambientales			
Número de iniciativas para conservar ecosistemas de importancia hídrica.			
Ecoturismo			
Acuerdos sociales y/o legales de conservación			
Participación Institucional			
Nacional			
Provincial			
Local			

Para cuantificar estos indicadores se realizó una evaluación rápida a nivel de campo y tomando en cuenta información secundaria de estudios realizados y así se asignar valores de acuerdo al cuadro anterior, y finalmente sumar el valor de todos los indicadores que se obtuvo, y determina el estado de conservación de cada ecosistema de acuerdo al rango de valor, el cual puede ir desde Malo (0 – 25%), Regular (25,1 – 50 %), Bueno (50,1 – 75 %) y Muy Bueno (75,1 – 100 %).

3.3.4. Criterios e Indicadores para determinar la Categoría de Riesgo de los Ecosistemas de Estudio

Para determinar la categoría de riesgo se empleó la metodología propuesta por Nature Serve 2010, el cual se consideró tres criterios a evaluar (alcance, severidad y temporalidad) donde se establece valoraciones que estima el nivel de riesgo de los ecosistemas de estudio.

La categoría de riesgo de los ecosistemas de la región sur del Ecuador, se obtuvo mediante el reconocimiento de las principales amenazas que afectan directamente en cada uno de los sitios (Cuadro 12).

Cuadro 12. Amenazas que afectan el estado de conservación de los principales ecosistemas de la Región Sur del Ecuador.

Problemática Ambiental Amenazas	**Descripción**
Pisoteo (actividades turísticas)	Considera las visitas turísticas y recolectar datos florísticos y climáticos que afectan la vegetación en cada sitio de estudio.
Extracción de PFNM	Considera la extracción de especies por parte de los turistas.
Calentamiento Global	Considera el aumento de temperatura como un cambio potencial que se dará a largo plazo y que afectará a la vegetación de los ecosistemas.

El alcance se define como la proporción de la especie o ecosistema que se estima es o será afectado por la amenaza en un plazo de 5 años si las circunstancias y tendencias actuales continúan.

Circunstancias y tendencias actuales incluyen amenazas existentes y nuevas amenazas potenciales. El plazo de cinco años puede extenderse en el caso de amenazas como el calentamiento global, y es de gran importancia considerarse en la actualidad (Master *et al*. 2009).

La severidad de la amenaza es el nivel del daño a la especie o ecosistema, que se puede esperar que ocurra si hay una continuación de las circunstancias y tendencias actuales (incluyendo nuevas amenazas potenciales), la cual se evaluó en un marco de tiempo de 5 años. Para ecosistemas la severidad se midió como el grado de degradación o declinación de la integridad ecológica (Master *et al*., 2009).

La magnitud de la amenaza es el grado en el que se ha observado, se infiere o se estima que un ecosistema será directamente o indirectamente amenazado en el área de interés. Finalmente se obtuvo la magnitud de riesgo en base al Cuadro 13.

Cuadro 13. Rango para determinar la categoría de riesgo de los ecosistemas de estudio.

Rango del puntaje asignado	Significado del Estatus
Puntaje ≤ 5	Críticamente amenazado
6 < puntaje ≤ 10	Amenazado
11 < puntaje ≤ 15	Vulnerable
16 < puntaje ≤ 20	Aparentemente seguro
Puntaje > 20	Seguro

Fuente: Master *et al.*, 2012; Nature Serve 2010.

Para la valoración de cada elemento en análisis se estableció un esquema de 1 a 4, donde 1 corresponde al riesgo más bajo y 4 al mayor riesgo (Cuadro 14). Esta valoración se realizó por cada amenaza identificada dando como resultado final la evaluación de la cobertura vegetal de los ecosistemas de estudio.

Cuadro 14. Criterios de evaluación para cada una de las amenazas y su valoración en función de los tres criterios establecidos.

Categorización	Valor	Calificación del Alcance de la Amenaza sobre los ecosistemas
		ALCANCE
Penetrante (dominante)	4	Afecta a 71 - 100% de la población vegetal o área de ocupación.
Amplio	3	Afecta a 31 - 70% de la población vegetal o área de ocupación.
Restringido	2	Afecta a 11 - 30% de la población vegetal o área de ocupación
Pequeño	1	Afecta a 1 - 10% de la población vegetal o área de ocupación.
		SEVERIDAD
Extrema	4	Dentro del alcance, la amenaza es capaz de destruir o eliminar las ocurrencias de una comunidad ecológica o ecosistema, o reducir la población de una especie en un 71 - 100%.
Seria	3	Dentro del alcance, la amenaza es capaz de destruir o eliminar las ocurrencias de una comunidad ecológica o ecosistema, o reducir la población de una especie en un 31 - 70%
Moderada	2	Dentro del alcance, la amenaza es capaz de destruir o eliminar las ocurrencias de una comunidad ecológica o ecosistema, o reducir la población de una especie en un 11 - 30%
Ligera	1	Dentro del alcance, la amenaza es capaz de destruir o eliminar las ocurrencias de una comunidad ecológica o ecosistema, o reducir la población de una especie en un 1 - 10%
		TEMPORALIDAD
Alta	4	Continuo
Moderada	3	Solo en el futuro (puede ocurrir en el corto plazo- menos de 10 años o tres generaciones), o actualmente suspendido (puede retornar en el corto plazo)
Baja	2	Solo en el futuro (puede ocurrir en el largo plazo), o actualmente suspendido (puede retornar en el largo plazo).
Insignificante	1	Solo en el pasado e improbable que retorne, o sin efecto directo.

Fuente: Nature Serve 2010; Alulima y Angamarca, 2013.

3.4. DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN A LOS DIFERENTES ACTORES INTERESADOS EN SU CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN

Para el cumplimiento de este objetivo, se estableció estrategias de difusión de los resultados obtenidos al culminar la investigación, los cuales se detallan a continuación:

- Elaboración de un artículo científico, con la coordinación del director de la investigación, el cual será sometido a la publicación en una de las revistas científicas existentes en la Universidad Nacional de Loja.
- Elaboración de un poster descriptivo de la investigación para la difusión sintetizada de los resultados de la investigación.

4. RESULTADOS

Al término de la presente investigación, se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS LEÑOSAS EN LOS ECOSISTEMAS DE ESTUDIO

4.1.1. Parámetros Ecológicos de los individuos con DAP≥ 10cm registrados en los Sitios de estudio

- **Diversidad por familia**

El bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú ubicado a 850 msnm, posee un total de 76 individuos de árboles con DAP ≥ 10 cm, los cuales se encuentran distribuidos en un total de 31 especies diferentes en 16 familias.

Las familias de mayor número de especies registradas en el sitio son; Euphorbiaceae con 8 especies en las parcelas 15 y 22, seguidamente de Arecaceae con 9 especies. Por otro lado en el bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes a los 2410 msnm, se determinó un total de 146 individuos de árboles, con un número total de 35 especies distribuidas en 22 familias. La familia Aquifoliaceae es la de mayor número de especies registradas en el sitio con un total de 10 especies en la parcela 5 y 11 en las parcela 7, y 9 especies en la parcela 10 pertenecientes a la familia Melastomatácea (Figura 17).

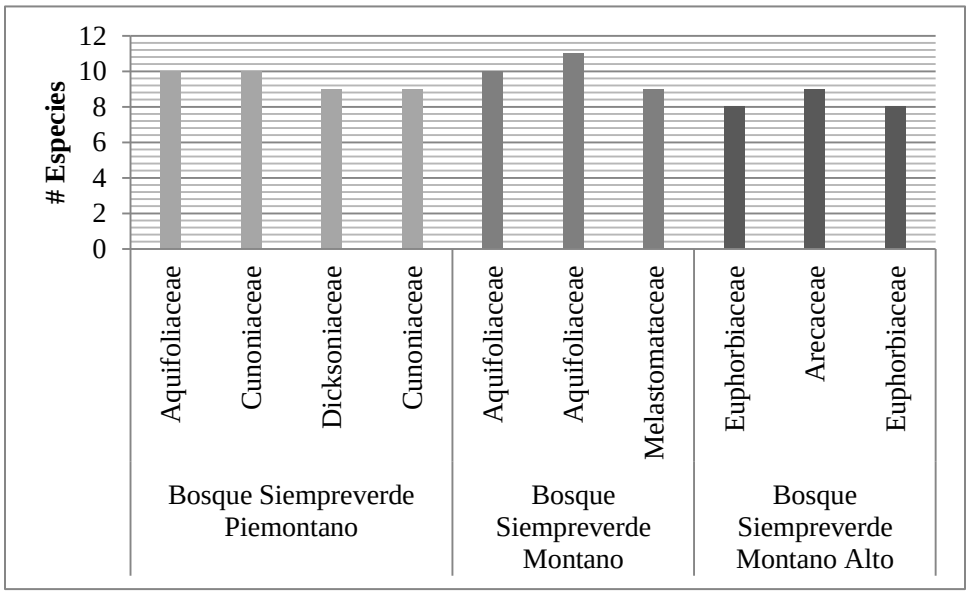


Figura 17. Familias con mayor número de especies de árboles en los ecosistemas de estudio.

Sin embargo en el bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes ubicado a 2757 msnm, existe un total 147 individuos, los cuales se distribuyen en las 46 especies diferentes existentes en 20 familias, de las cuales Aquifoliaceae con 10 especies en la parcela 23, es la familia predomina como la de mayor número de especies, seguidamente de la familia Cunoniaceae, que posee un total de 10 especies en la parcela 24, y las familias Dicksoniaceae y Cunoniaceae en la parcela 25 poseen un total de 9 especies.

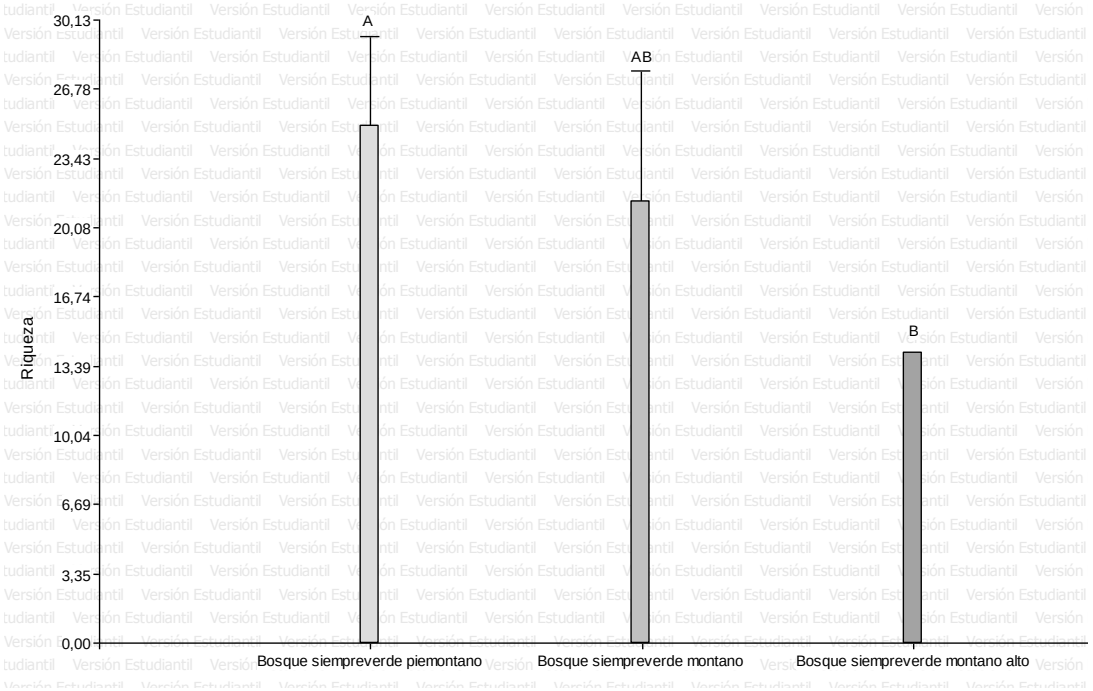


Figura 18. Comparaciones de patrones de riqueza de especies arbóreas a lo largo de una gradiente altitudinal.

Se comprobaron que todas los supuestos estadísticos de Homocedasticidad[4] de varianzas, Distribucion (Q-Q plot[5]) con el estadístico Shapiro - Wilks[6], e Independencia de los datos se cumplan, para la comprobación de las diferencias o similitudes estadísticas entre variables ecológicas obtenidas en la investigación. Con respecto a la variable riqueza de especies de árboles en los ecosistemas de estudio, existe una diferencia estadística significativa (p valor 0,0578) con respecto al bosque siempreverde montano alto y el bosque siempreverde

[4] La homocedasticidad es un predictivo que se presenta cuando la varianza del error de la variable endógena se mantiene a lo largo de las observaciones. En otras palabras, la varianza de los errores es constante.

[5] Q-Q plot son usador para evaluar el grado de ajuste de un conjunto de observaciones a una distribución teórica, representan ser efectivos para detectar faltas de ajuste (Di Rienzo *et al.*, 2008).

[6] La Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks, se usa para contrastar la normalidad de un conjunto de datos, partiendo de la hipótesis nula que una muestra proviene de una población normalmente distribuida (Di Rienzo *et al.*, 2008).

piemontano, sin embargo existe una similitud de riqueza entre el bosque siempreverde montano alto y bosque siempreverde montano a pesar que numéricamente son diferentes, estadísticamente son similares con respecto al número de especies de plantas leñosas entre estos ecosistemas (Figura 18).

- **Densidad Relativa**

En el bosque siempreverde piemontano, se registró a *Aparisthmium cordatum* (A. Juss.) Baill, con 5 ind/400m² y 125 individuos por hectárea, siendo la especie de mayor número de individuos existentes en la parcela 15, con un valor de 3.5% de densidad relativa, en la parcela 16 se determinó a *Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav., con 9 ind/400m² y 225 ind/Ha representado un 32.7% de densidad relativa, finalmente la especie *Grias peruviana* Mers en la parcela 22, con 6 ind/400m² y 150 ind/Ha con 11,2% de densidad relativa, los valores de los parámetros ecológicos de las especies de árboles del ecosistemas de estudio se presentan en detalle en el Anexo 3.

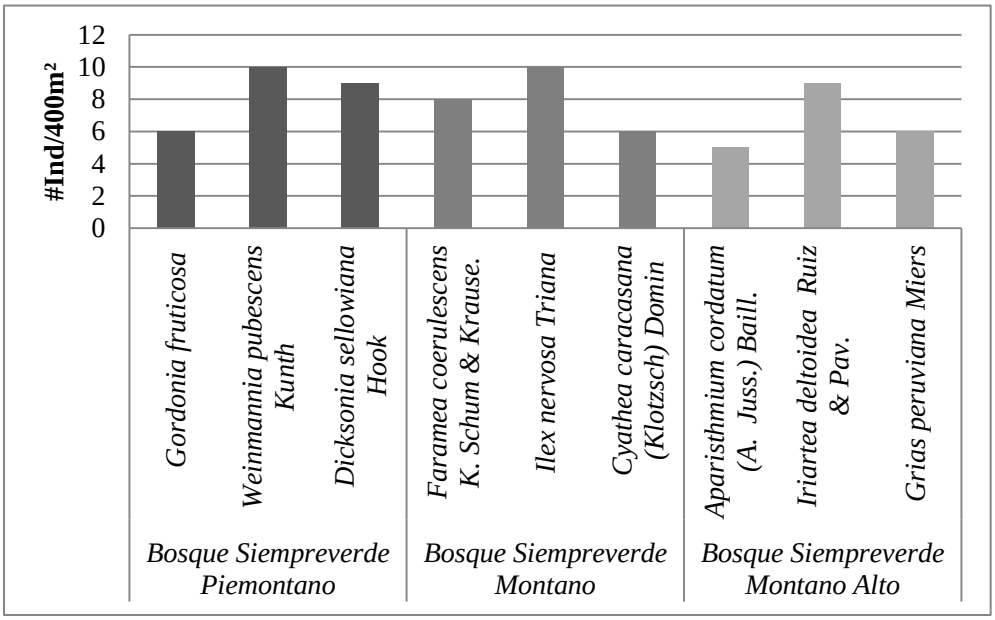


Figura 19. Abundancia de especies arbóreas con mayor número de ind/400m² en las parcelas permanentes de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio.

Existe una peculiaridad en el bosque siempreverde montano ya que el número de individuos es menor en comparación al de los otros ecosistemas, se establece a *Faramea coerulescens* K.

Schum & Krause, en la parcela 5 como la especie de mayor número de individuos por unidad de muestreo, con un valor de 8 ind de árboles en 400 m², que representa ser 200 ind/Ha, posee una densidad relativa del 13.6%, por otro lado la especie *Ilex nervosa* Triana de la parcela 7 con 10 ind/400 m² y 250 ind/Ha representa ser el 23.8% DR total, finalmente *Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domin, es la especie en la parcela 10 posee un total de 6 ind/400 m², y 150 ind/Ha la cual representa el 13,3%.

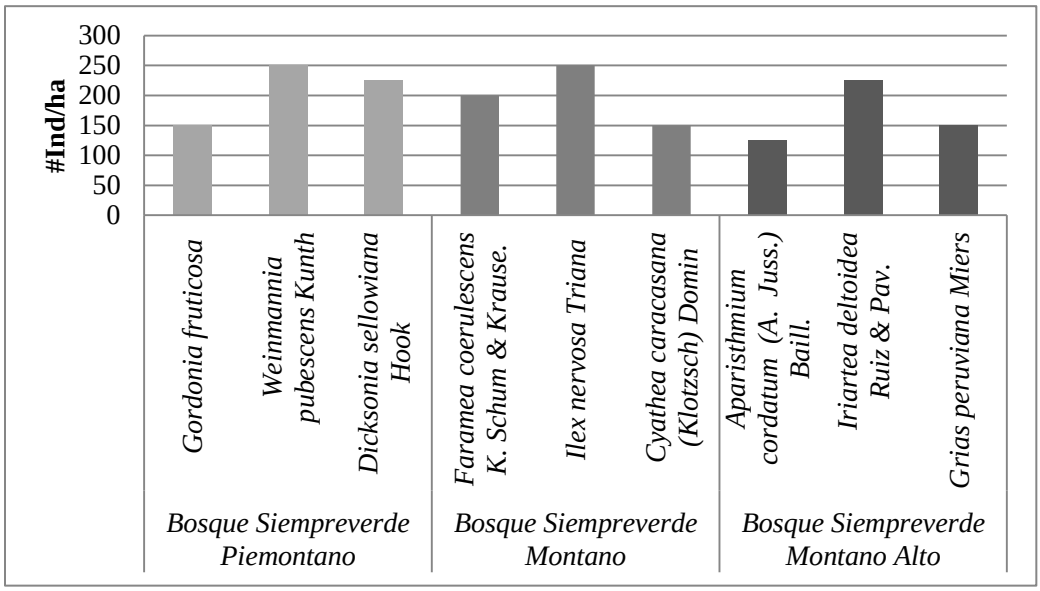


Figura 20. Abundancia de especies arbóreas con mayor número de ind/Ha en las parcelas permanentes de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio.

Finalmente el bosque siempreverde montano alto, se registró a *Gordonia fruticosa* (Schrad.) H. Keng en la parcela 23 como la especie de mayor número de individuos existente en dicha parcela, con un valor de 6 ind/400m² y 150 ind/Ha, con de 10.7% de densidad relativa; en la parcela 24 se determinó a *Weinmannia pubescens* Kunth con un valor de 10 ind/400m² y 250 ind/Ha (24,4%), y en la parcela 25 la especie *Dicksonia sellowiana* Hook posee un total de 9 ind/400m² y 225 ind/Ha, con un valor total de 18% densidad relativa. La información antes mencionada se presenta en las Figuras 19,20 y 21 respectivamente.

Cabe mencionar que, al no existir individuos de árboles con DAP mayor o igual a 10 cm en los páramos, no se recolectó información para su respectiva determinación de parámetros ecológicos, se considera que en el lugar no se pueden desarrollar las especies de árboles, por lo

que no se presentan resultados de árboles en el ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo.

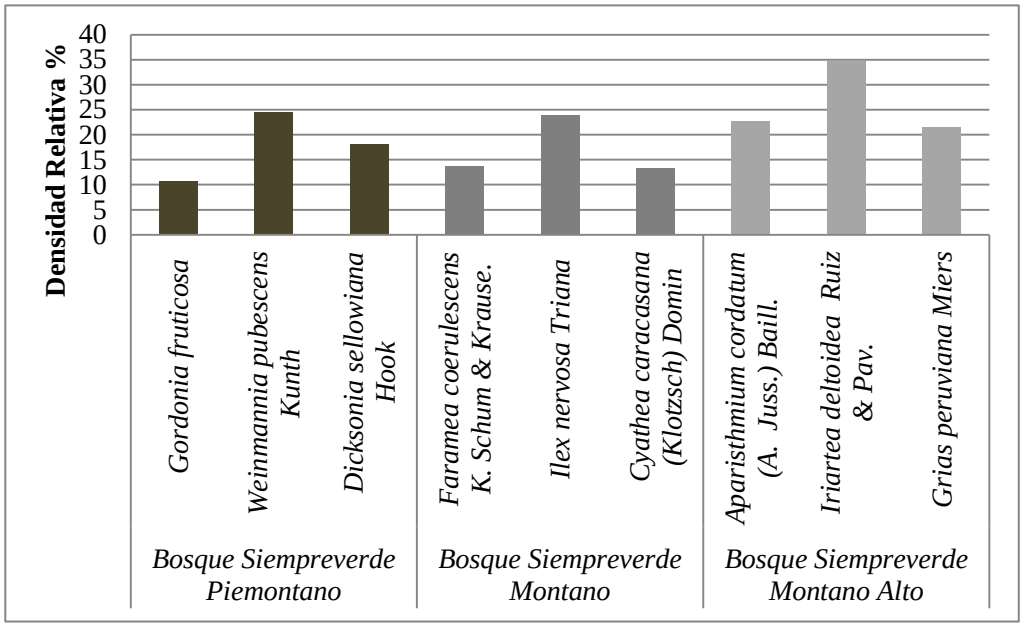


Figura 21. Especies arbóreas con mayor valor de densidad relativa en las parcelas permanentes de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio.

Mediante la aplicación de análisis de varianza con el estadístico LSD Fisher, se establece que, la densidad de árboles del bosque siempreverde piemontano es diferente al bosque siempreverde montano y bosque siempreverde montano alto, siendo estos dos últimos estadísticamente iguales, siendo p valor igual a 0,0095 (Figura 22).

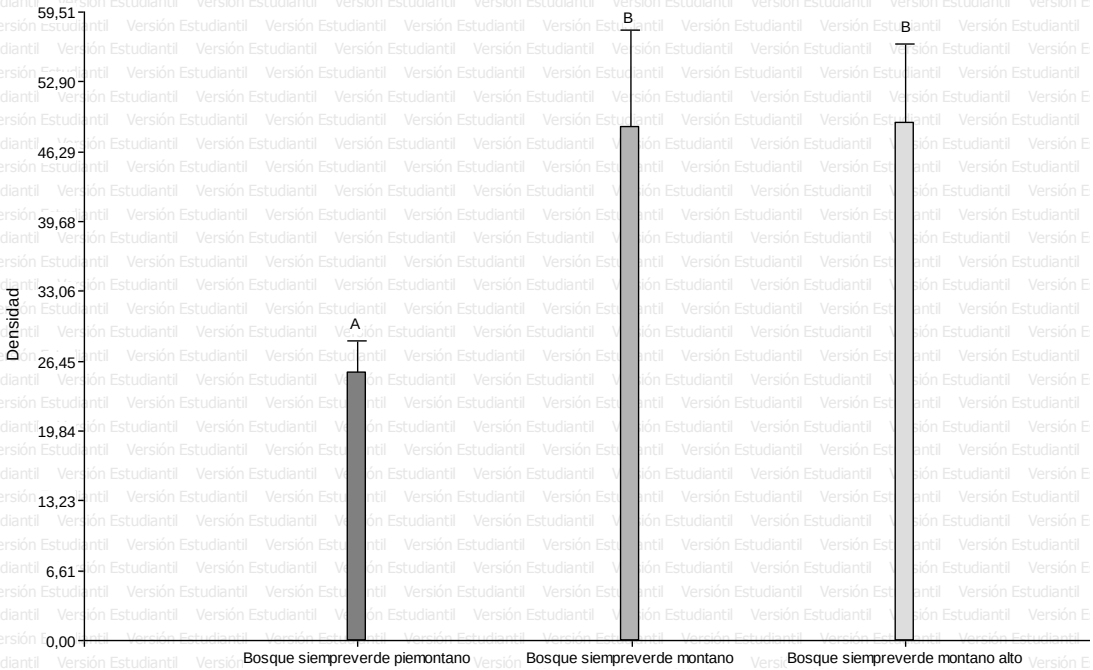


Figura 22. Comparaciones estadísticas de densidad de especies arbóreas a lo largo de un gradiente altitudinal.

Según la prueba de Shapiro–Wilks empleado en las variables de densidad, se establece que los datos presentan una distribución normal siendo p-valor 0.69874 valor mayor a alfa (0.05).

- **Frecuencia Relativa**

Las especies del bosque siempreverde piemontano de mayor frecuencia (100%) son, *Aparisthmium cordatum* (A. Juss.) Baill., *Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav., *Sapium marmierí* Huber, sin embargo existe un porcentaje del 67% de especies existentes en dos de las tres parcelas de estudio como lo son *Alchornea glandulosa* Poepp. & Endl., *Casearia* sp, *Inga acreana* Harms, *Miconia sp, Sorocea* trophoides W.C. Burger, y *Grias peruviana* Miers.

En el bosque siempreverde montano, se encuentran a *Clusia flavida* (Benth.) Pipoly, *Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domin, *Faramea coerulescens* K. Schum & Krause, *Ilex nervosa* Triana, *Myrsine andina* (Mez.) Pipoly., *Oreopanax* sp, *Podocarpus oleifolius* D. Don. ex Lamb., *Palicourea heterochroma* K. Schum. & K. Krause, *Ruagea hirsuta* (AC. DC.) Horns, *Symplocos coriacea* A. DC, y *Viburnum pichinchense* Benth, como las especies de árboles con frecuencia relativa del 100%, presentes en las tres parcelas de monitoreo del lugar. Las especies con 67% de

frecuencia se presentan únicamente en dos parcelas de monitoreo (67%) son, *Hedyosmum purpurascens* Todzia, *Hyeronima macrocarpa* Müll. Arg, *Ilex rimbachii* Standl, *Ilex* sp, *Markea* sp, *Miconia* sp y *Weinmannia fagaroides* Kunth.

En cambio en el bosque siempreverde montano alto se determinó a *Gordonia fruticosa* (Schrad.) H. Keng, *Ilex* sp 4, *Miconia* sp, *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogn, *Myrsine andina* (Mez) Pipoly, *Nectandra laurel* Nees, *Symplocos canescens* B. Ståhl, *Weinmannia pubescens* Kunth, con el 100% de frecuencia existente en las parcelas de monitoreo. Por otro lado las especies de árboles presentes en dos parcelas de monitoreo son, *Aetanthus nodosus* (Desr.) Engl, *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng, *Clusia elliptica* Kunth, *Dicksonia sellowiana* Hook, *Critoniopsis pycnantha* (Benth.) H. Rob, *Gaiadendron punctatum* (Ruiz & Pav.) G. Don, *Geissanthus vanderwerffii* Pipoly, *Hyeronima macrocarpa* Müll. Arg, *Ilex rupicola* Kunth, *Meriania furvanthera* Wurdack, *Palicourea angustifolia* Kunth, y *Symplocos coriacea* A. DC con valores de 67% de frecuencia relativa. Los porcentajes de frecuencias relativas de las parcelas de los ecosistemas de estudio se detallan en el Anexo 3.

- **Dominancia Relativa e Índice de Valor de Importancia – IVI**

La especie *Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav. de la parcela 16, posee un valor total de IVI del 47.3% en el bosque siempreverde piemontano, sin embargo posee una dominancia de 17.6% que, en comparación con la especie *Grias peruviana* Miers de la parcela 22, que posee un valor de 34.85 de IVI, la cual posee un valor mayor que la parcela anterior, pero un valor de importancia de 33.2% de DomR, y el tercer lugar se encuentra la especie *Alchornea glandulosa* Poepp. & Endl con un Índice de Valor de Importancia de 30.9% valor menos que los anteriores (Figura 23).

Por otro lado en el bosque siempreverde piemontano, se registró en la parcela 7 a *Ilex nervosa* Triana especie de árbol en el ecosistema con mayor índice de valor de importancia, con un valor del 31.7% y 25.9% de dominancia relativa, seguidamente esta *Faramea coerulescens* K. Schum & Krause en la parcela 5, con 19.3% de IVI, y 34% de DomR, que en comparación con la especie *Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domin de la parcela 10, posee un valor de 19.2% de IVI y 18% de dominancia (Figura 23).

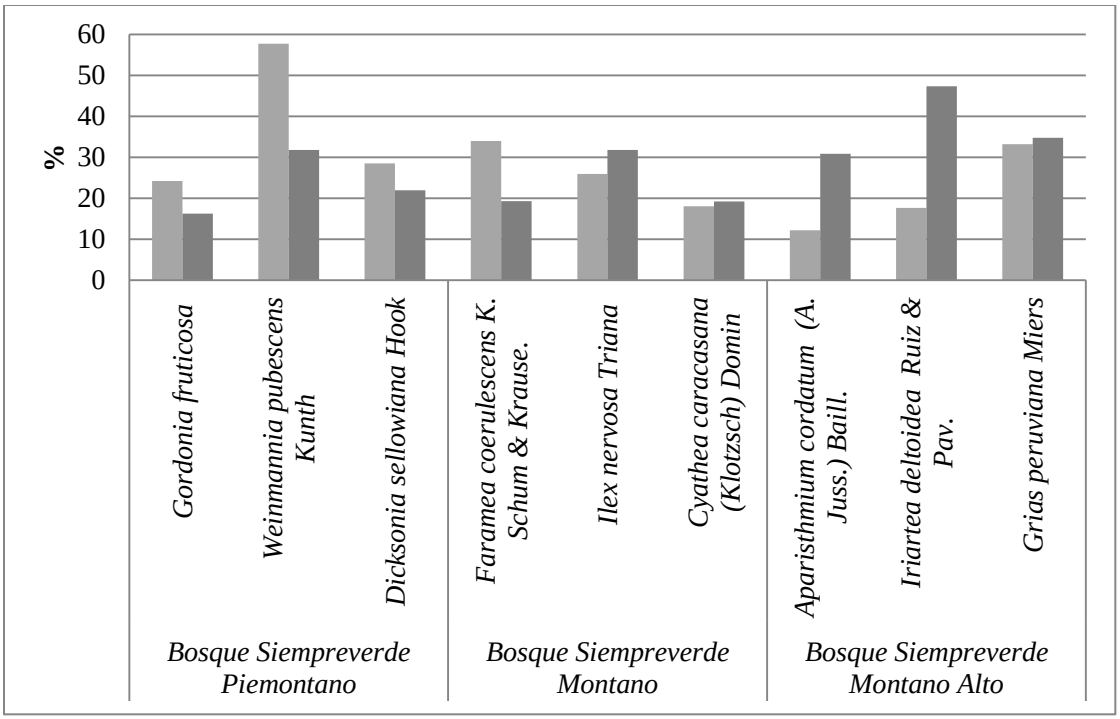


Figura 23. Especies arbóreas con mayor valor de dominancia relativa e índice de valor de importancia de las especies de árboles en las parcelas de monitoreo de los ecosistemas de estudio.

La especie *Weinmannia pubescens* Kunth con un IVI% de 31.8% y 57.7% de DomR de la parcela 24 es la especie de mayor importancia ecológica del estrato arbóreo, seguido de *Dicksonia sellowiana* Hook 22% y 28.5% de dominancia relativa (parcela 25), y *Gordonia fruticosa* (Schrad.) H. Keng 16.2 % de IVI y 24.2% DomR, perteneciente a la parcela 23, del bosque siempreverde montano alto (Figura 23). Los resultados de los parámetros ecológicos incluyendo DomR e IVI se presentan en detalle en el Anexo 3.

- **Endemismo**

Del total de las especies colectadas, se determinaron 26 individuos de árboles que se encuentran registradas en el Libro Rojo de Plantas Vasculares del Ecuador (2011), siendo la especie *Rollinia dolichopetala* R.E Fr la única que se encuentra en categoría Casi Amenazado (NT), la cual se registró en el bosque siempreverde piemontano, al igual que la especie *Hedyosmum purpurascens* Todzia y *Graffenrieda harlingii* Wurdack, de categoría vulnerable (VU), y en el

bosque siempreverde montano alto, las especies y sus respectivas categorías se detallan a continuación en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Especies de árboles endémicas registradas en los ecosistemas de estudio.

Ecosistema	Familia	Especie	Nº Ind	Categoría UICN
BsAn02	Myrsinaceae	*Geissanthus vanderwerffii* Pipoly	3	Casi Amenazado (NT)
BsAn02	Chloranthaceae	*Hedyosmum purpurascens* Todzia.	1	Vulnerable (VU)
BsAn02	Melastomataceae	*Meriania furvanthera* Wurdack	3	Vulnerable (VU)
BsAn02	Araliaceae	*Oreopanax sessiliflorus* (Benth.) Decne. & Planch.	1	Casi Amenazado (NT)
BsAn02	Symplocaceae	*Symplocos canescens* B. Ståhl	9	Vulnerable (VU)
BsAn02	Symplocaceae	*Symplocos fuscata* B. Ståhl	1	Vulnerable (VU)
BsMn02	Melastomatacea	*Symplocos fuscata* B. Ståhl	2	Vulnerable (VU)
BsMn02	Chloranthaceae	*Hedyosmum purpurascens* Todzia.	5	Vulnerable (VU)
BsPa02	Annonaceae	*Rollinia dolichopetala* R.E Fr.	1	Casi Amenazado (NT)

Las familias que mayor número de especies endémicas existen en los ecosistemas de estudio fueron la Symplocaceae y Melastomatácea ambas con 2 especies endémicas, el resto de familias corresponde a una sola especie endémica, como se presenta en la Figura 24.

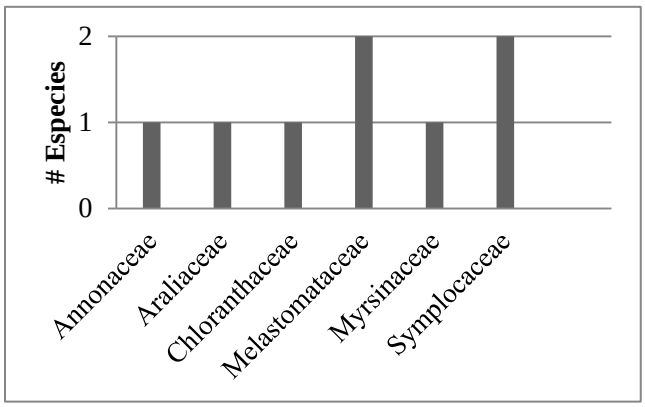


Figura 24. Número de especies arbóreas endémicas por familia de los ecosistemas de estudio.

- **Diversidad Alfa**

En las parcelas del boque húmedo tropical, existe una diversidad alfa alta de árboles, cuyo valor promedio es de 0.63, por otro lado en el bosque siempreverde piemontano posee un índice de 0.65, y el bosque siempreverde montano alto se determinó un valor promedio de 0.63, mientras

que en el páramo se establece como un valor cero de especies arbóreas el cual es un índice nulo de diversidad alfa (Figura 25).

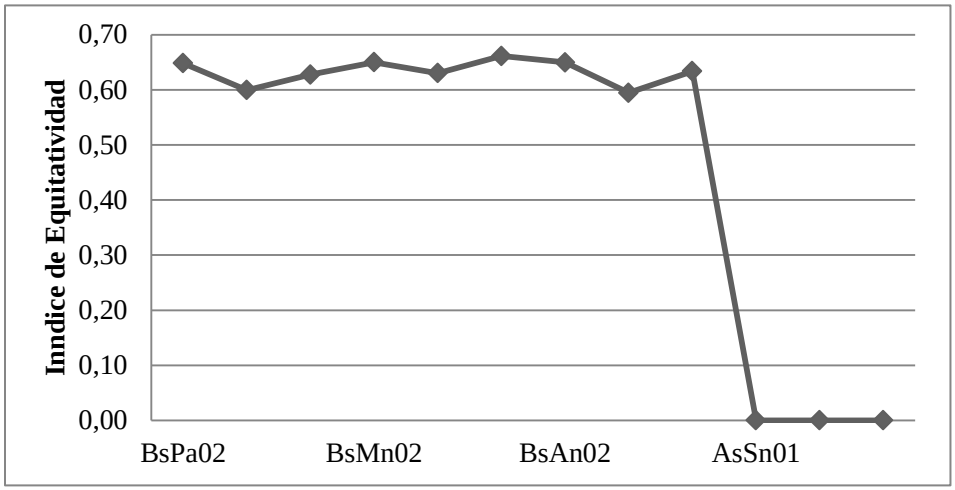


Figura 25. Equitatividad de especies arbóreas en las parcelas de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio.

Cabe mencionar que el mayor índice alfa fue en el bosque siempreverde montano con valor de 0.65 perteneciente a la parcela 10, y el valor más bajo fue en el bosque siempreverde piemontano con valor de 0.59 en la parcela 16 exactamente (Cuadro 16).

Cuadro 16. Diversidad alfa de árboles calculada con el índice de Shannon-Wiener para las parcelas de los ecosistemas de estudio.

Ecosistema	Parcela	H'	Equitatividad	Interpretacion	Promedio Ecosistema	Interpretacion
BsAn02	23	3.12	0.65	Media	0.63	Media
BsAn02	24	2.59	0.60	Media		
BsAn02	25	2.98	0.63	Media		
BsMn02	5	3.02	0.65	Media	0.65	Media
BsMn02	7	3.02	0.63	Media		
BsMn02	10	3.07	0.66	Media		
BsPa02	15	2.47	0.65	Media	0.63	Media
BsPa02	16	2.26	0.59	Media		
BsPa02	22	2.41	0.63	Media		
AsSn01	1	0	0	Baja	0.00	Baja
AsSn01	2	0	0	Baja		
AsSn01	3	0	0	Baja		

H'; Índice de Diversidad de Shannon-Wiener.

Existe diferencia significativa de diversidad alfa[7] entre el bosque siempreverde montano y bosque siempreverde piemontano (p- valor igual a 0,0076), pero existe una similitud estadística entre el bosque siempreverde montano alto y bosque siempreverde montano, el cual se determinó mediante el análisis de varianza de los índices de diversidad alfa de Shannon-Wiener, tales comparaciones estadísticas de esta variable se detallan a continuación en la Figura 26.

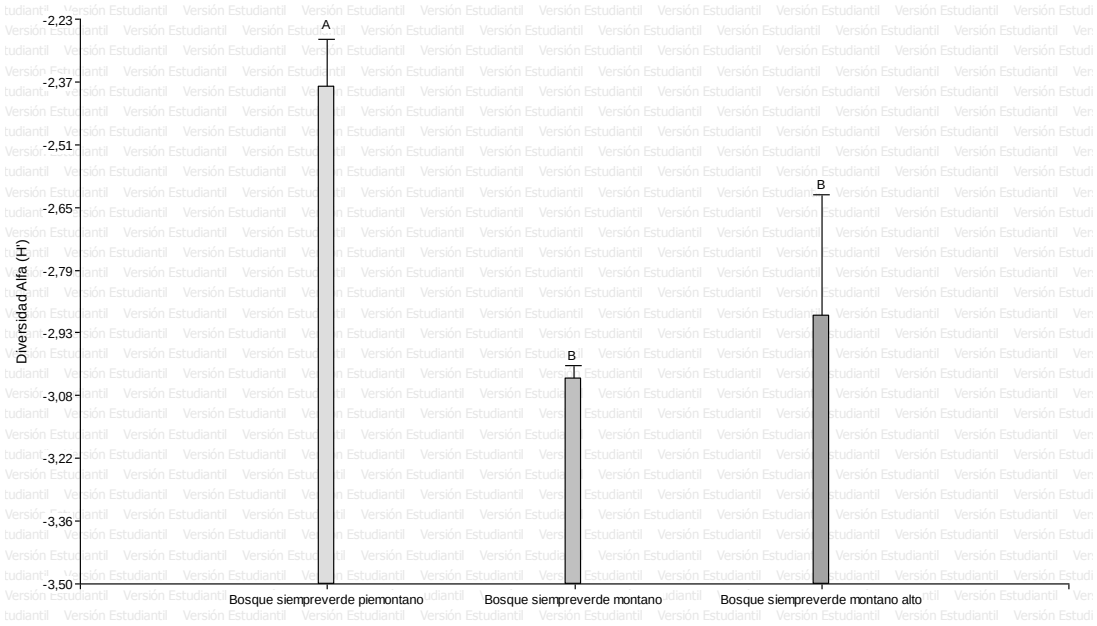


Figura 26. Comparaciones de diversidad alfa de especies arbóreas entre ecosistemas de estudio.

Los datos de diversidad alfa en los ecosistemas de estudio poseen un p-valor de 0.7589, lo cual determina que los datos poseen una distribución normal, por lo que para el análisis estadístico se requiere pruebas no paramétricas.

Por otro lado la homogeneidad de abundancia de especies de árboles en los tres ecosistemas de estudio son estadísticamente similares, debido a que los valores de varianza de la equitatividad de especies arbóreas no representan cambios significativos entre ecosistemas, además la distribución de dichos valores (p- valor de 0.2588) es normal.

[7] Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001).

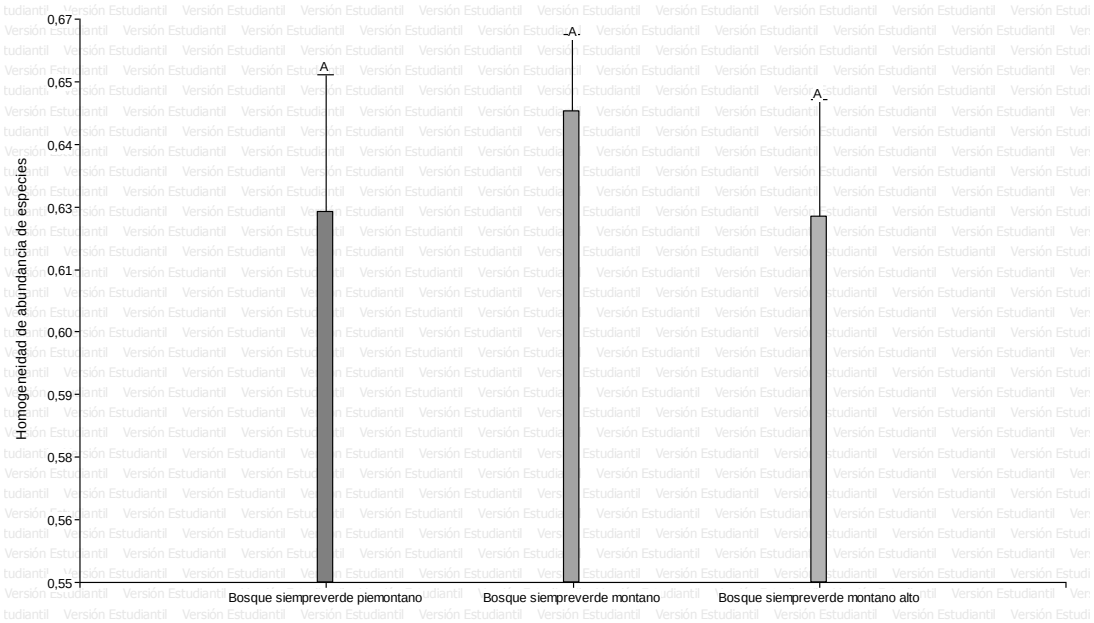


Figura 27. Comparaciones de homogeneidad de abundancia de especies arbóreas entre ecosistemas de estudio.

- **Diversidad Beta**

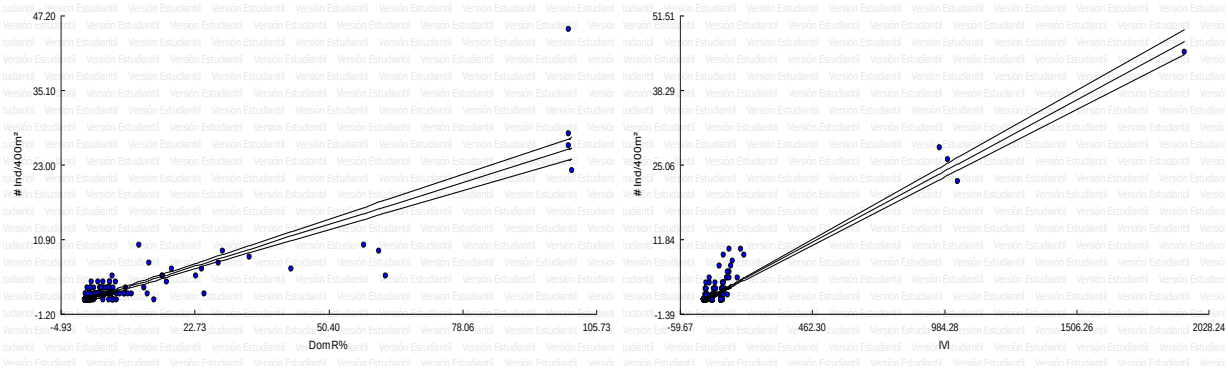
El bosque siempreverde piemontano es muy similar al bosque siempreverde montano alto dando un índice de similitud de 80.59%, sin embargo el nivel de similitud con el bosque siempreverde montano es mayor, siendo un valor de 93.9%.

El bosque siempreverde montano, tiene un índice de similitud significativo con el bosque siempreverde montano alto (86.4%), cabe recalcar que no existe similitud con el ecosistema de páramo ya que no existe número de especies registradas en el sector (Cuadro 17), por lo que existe disimilitud con los otros ecosistemas.

Cuadro 17. Diversidad de especies arbóreas beta calculada con el índice de Sorensen para los cuatro ecosistemas de estudio.

Ecosistemas	BsPa02	BsMn02	BsAn02	AsSn01	#Total de Especies
BsPa02	100	93.9	80.5	0.0	31
BsMn02	93.9	100	0.9	0.0	35
BsAn02	80.5	0.9	100	0.0	46
AsSn01	0.0	0.0	0.0	100	0
Total					112

Como se puede observar en la figura 28 (a), existe una relación lineal positiva entre la densidad y dominancia relativa de árboles ($p < 0001$) con un coeficiente de correlación[8] de (R^2) de 0.79, además con el modelo propuesto (Lack of fit[9]) los datos obtenidos no requiere de ajuste del modelo lineal. La densidad de árboles registrados influye en la dominancia relativa de las especies de plantas leñosas, es decir que a mayor número de individuos por especies de árboles exista mayor será el valor de dominancia, considerándose como especie con mayor importancia en el ecosistema tal como se muestra en la Figura 28 b, cuyo coeficiente de correlación (R^2) es del 0.90.



(a) (b)

Figura 28. (a) Regresión lineal simple entre densidad y dominancia relativa; (b) regresión lineal simple entre densidad e IVI de los árboles de los distintos ecosistemas de estudio

Mediante el análisis de conglomerados Clúster[10] entre las variables de: densidad, riqueza, diversidad alfa, equitatividad de especies e índice de distribución; en las parcelas de estudio de los tres ecosistemas estudiados, se puede apreciar que el corte arbitrario en la distancia 5.45, en los bosque siempreverde montano y bosque siempreverde montano alto conforman un grupo muy diferente al bosque siempreverde piemontano (Figura 29).

[8] El coeficiente de correlación, es un estadístico usado en el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es predecir futuros resultados o testear una hipótesis (Di Rienzo *et al*., 2008).

[9] Es una prueba de falta de ajuste, la cual está diseñada para evaluar si una relación curvilínea podría ajustar mejor a los datos que un modelo lineal (Di Rienzo *et al*., 2008).

[10] El agrupamiento Clúster se usa con el fin de obtener mayor conocimiento sobre la estructura de las observaciones y/o variables en estudio, la síntesis de la información disponible sobre las unidades consideradas puede facilitar considerablemente la visualización de relaciones multivariadas de naturaleza compleja. (Di Rienzo *et al*., 2008).

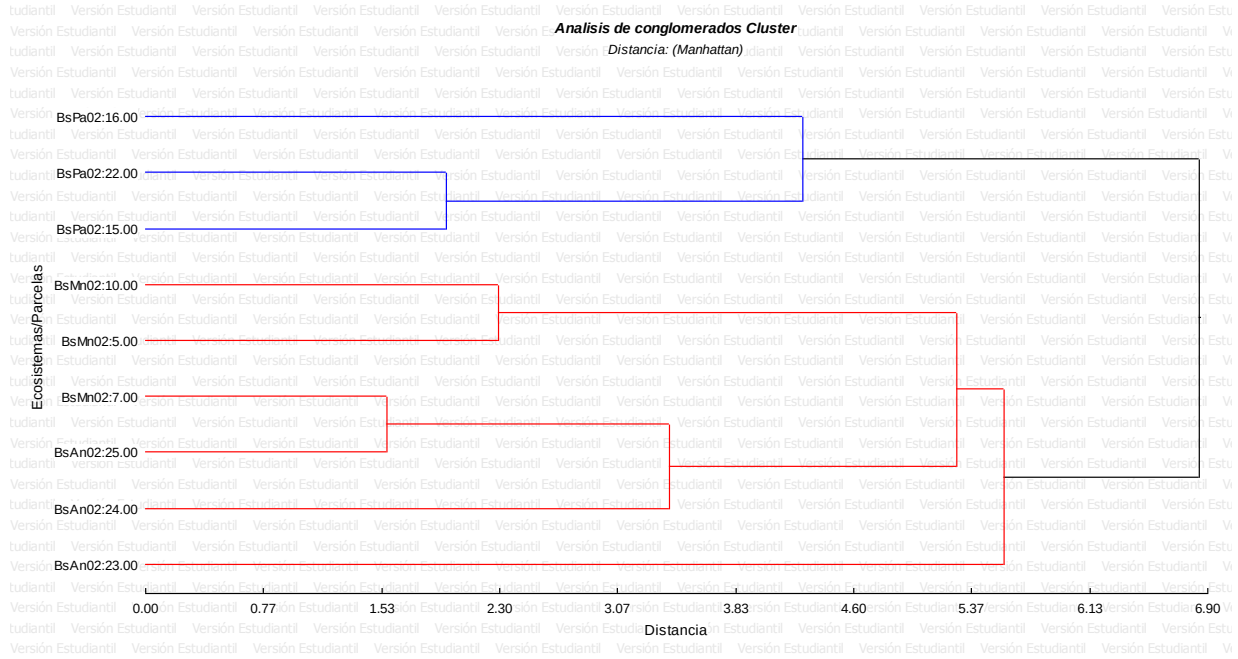


Figura 29.Dendrograma del Análisis de conglomerados Clúster de los ecosistemas de estudio.

Mediante el análisis multivariado de componentes Principales Biplot[11], en el bosque siempreverde piemontano el componente principal de mayor preferencia entre las variables antes mencionadas, es la diversidad alfa de las especies leñosa, el cual existe una significativa preferencia con la riqueza de las especies existentes en el sector, tal como se presenta en la Figura 30.

Por otro lado el bosque siempreverde montano el principal componente es la equitatividad en que las especies se encuentran en las parcelas de muestreo, con una mínima relación entre la densidad y riqueza de los árboles.

Cabe menciona que en las parcelas del bosque siempreverde montano alto existe una singularidad con respecto a la asociación de las variables, siendo que en cada parcela las variables densidad e índice de distribución de especies son los principales factores, sin embargo no se descarta la posibilidad de que la pendiente sea un factor de significativa influencia para las especies de árboles en el sitio (Figura 30).

[11]Análisis Biplot muestran las observaciones y las variables en el mismo gráfico, de forma tal que se pueden hacer interpretaciones sobre las relaciones conjuntas entre observaciones y variables. (Di Rienzo *et al*., 2008).

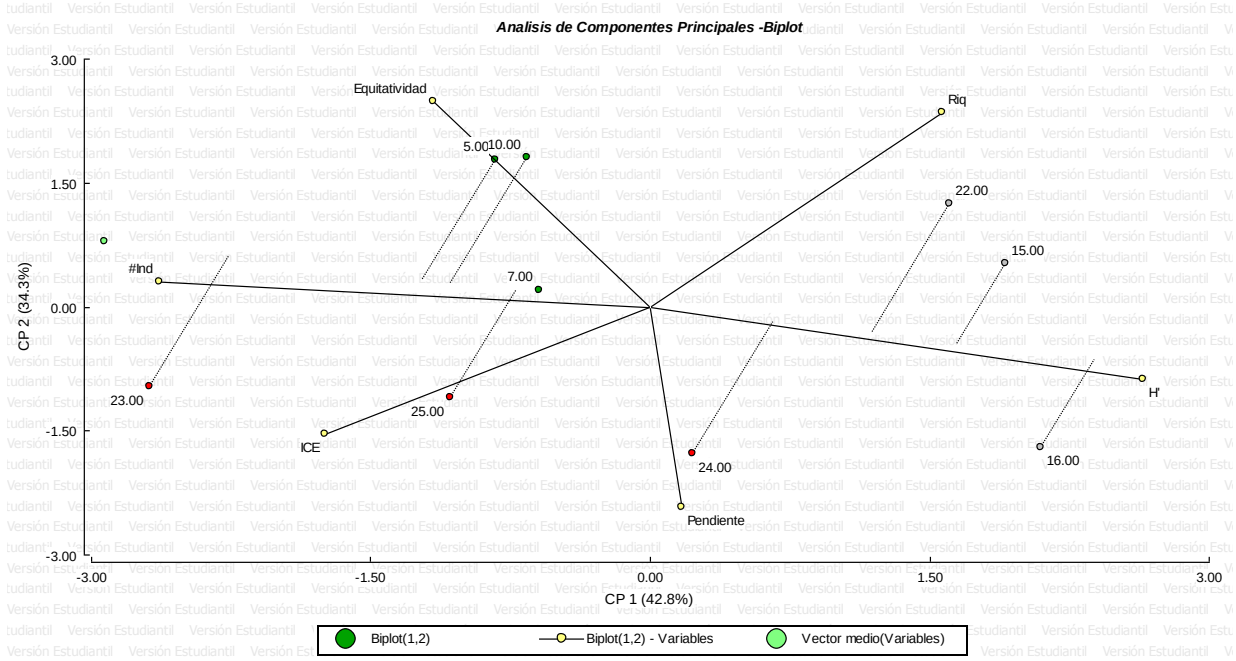


Figura 30. Analisis multivariados de componentes principales Biplot de las parcelas de los ecosistemas de estudio.

4.1.2. Parámetros Ecológicos del estrato arbustivo de los sitios de estudio

- Densidad Relativa

El bosque siempreverde piemontano, posee un total de 404 individuos de arbustos registrados, los cuales se encuentran distribuidos en un total de 91 especies diferentes, con un total de 31 familias.

Las especies de mayor número de individuos por especie que se registraron en el ecosistema son, *Diplazium* sp en la parcela 15, con 21 ind/25m² y 8400 ind/Ha con una densidad relativa del 17.4% de totalidad, en la parcela 16 se determinó a *Piper* sp como la especie más abundante con 19 individuos por área muestreada (15.3%), y *Piper longepilosum* C. DC de la parcela 22 presenta un total de 31 individuos por área muestreada (25 m²) y 12400 ind/ha, representado el 19.5% de densidad.

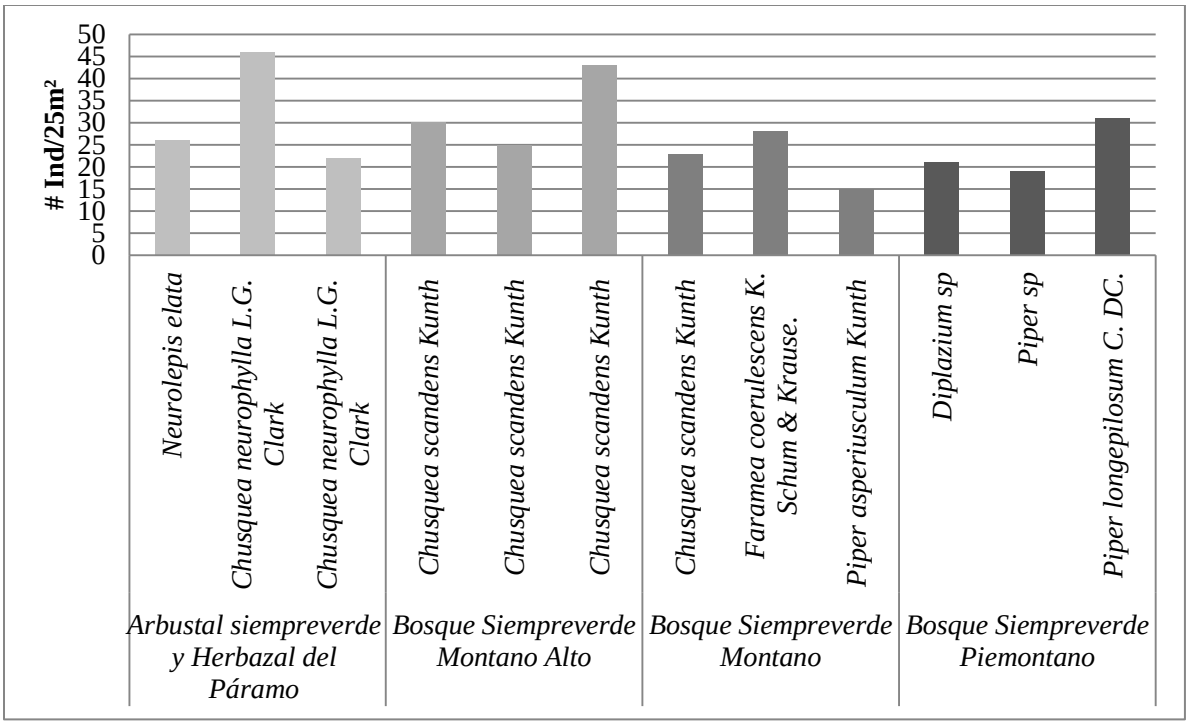


Figura 31. Abundancia de especies arbustivas con mayor número de ind/25m² en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas de estudio.

El bosque siempreverde montano, se determinó un total de 222 individuos registrados, con un total de 34 especies en 14 familias. Las especies con mayor abundancia registrada en las parcelas son *Chusquea scandens* Kunth presente en las parcelas 5 y 7, con valores de 23 y 33 ind/25 m², y 9200 y 13200 ind/Ha respectivamente, con 27.4 y 33.75% de densidad relativa, y *Piper asperiusculum* Kunth presenta 15 individuos por área muestreada y 6000 ind/ha con 37.55% DR (Figura 31, 32 y 33).

Un total 331 individuos de arbustos registrados en el bosque siempreverde montano alto, de los cuales se distribuyen en las 69 especies existentes en un total de 19 familias. Por otro lado existe la presencia de una única de la especie *Chusquea scandens* Kunth, como aquella de mayor abundancia en las tres parcelas de monitoreo, ya que presenta un valor de 30 individuos en la parcela 23, 25 individuos en la parcela 24, y 43 en la 35, con 12000, 10000 y 17200 ind/Ha, con 19,5%, 25.8% y 53.85 de densidad relativa respectivamente.

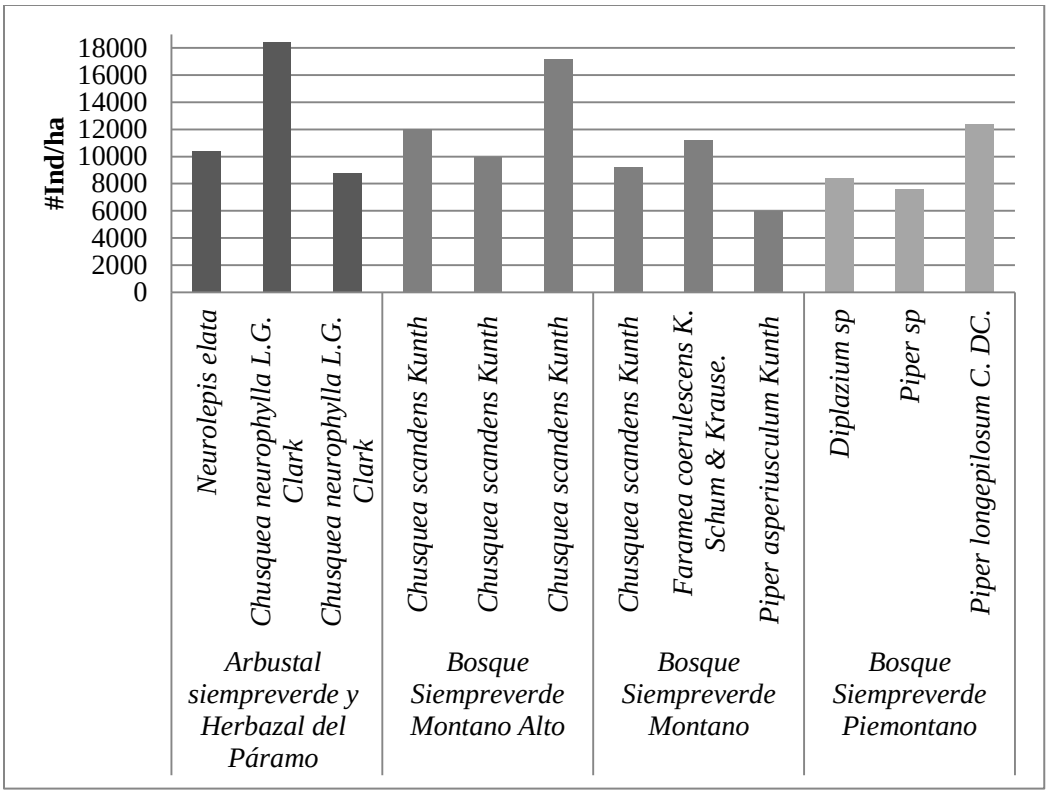


Figura 32. Abundancia de especies arbustivas con mayor número de ind/ha en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas de estudio.

En el páramo se presentan 404 individuos, existentes un total de 75 especies registradas en 14 familias. La especie *Neurolepis elata* (Kunth) Pilg es la especie con mayor número de individuos de especies arbustivas existentes en la parcela 1 del ecosistema, con 26 ind/25m², 10400 ind/Ha, y 18.8% de densidad relativa, seguidamente en la parcela 2 se determinaron 46 ind/25m² y 18400 ind/Ha de la especies *Chusquea neurophylla* L.G. Clark (32.4%), de igual manera la especie en mención se encuentra registrada con mayor abundancia en la parcela 3, con 22 individuos por área de muestreo y 8800 ind/Ha, dando un valor total de 17.75% de densidad relativa. La información antes mencionada se resume en las figuras 32, 33 y 34 respectivamente. Los datos completos de los parámetros ecológicos del estrato arbustivo se detallan en el Anexo 4.

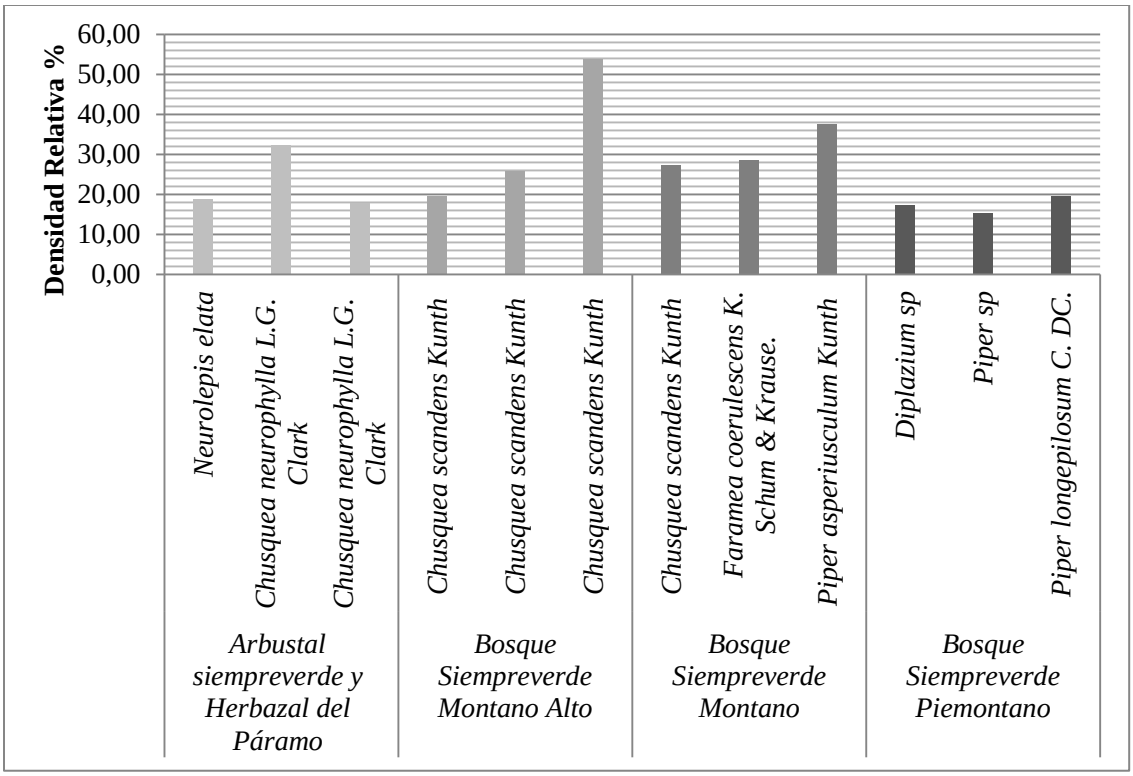


Figura 33. Especies arbustivas con mayor densidad relativa en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas.

- **Frecuencia Relativa**

El bosque siempreverde piemontano existen cuatro especies de 100% de frecuencia relativa las cuales son, *Wettinia maynensis* Spruce, *Philodendron* sp, *Heliconia* sp, y *Chamaedorea pinnatifrons* (Jacq.) Oerst, sin embargo existe un cierto porcentaje de especies con frecuencia del 67% como lo son *Anthurium* sp2, *Piper longepilosum C. DC.*, *Piper* sp, *Psychotria brachiatae* Benth. & Hook. f, *Sorocea trophoides* W. C. Burger, *Aegiphila* sp, *Besleria* sp, *Bolbitis lindigii* (Mett.) C. Chr, *Diplazium macrophyllum* Desv, *Diplazium* sp, *Miconia punctata (*Desr.) D. Don ex DC, *Piper cuspidispicum* Trel, *Piper* sp, *Psychotria brachiatae* Benth. & Hook. f., *Psychotria* sp y *Rhodospatha* sp.

Por otro lado existe una especies que posee un valor del 67% de frecuencia, es decir en dos parcelas de las tres muestreadas, las cuales son *Anthurium* sp, *Chusquea scandens* Kunth, *Cavendishia bracteata* Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold, *Faramea coerulescens* K. Schum & Krause, *Piper asperiusculum* Kunth, *Solanum smithii* S. Knapp y *Weinmannia glabra* L. f.,

siendo el 33% restante especies con frecuencia en una sola parcela, en el bosque siempreverde montano.

Las especies arbustivas con mayor frecuencia (100%) en las parcelas del bosque siempreverde montano alto son, *Chusquea scandens* Kunth, *Geonoma orygriana* Mart, *Meriania rigida* (Benth) Triana, *Palicourea stipularis* Benth, y *Weinmannia pubencens* Kunth, sin embargo un cierto grupo de especies se encuentra presente en un 67% de frecuencia en las parcelas las cuales son, *Anthurium oxybelium* Schott., *Meriania* sp, *Meriania* sp2, *Miconia* sp3, y *Verbesina* sp.

En el páramo las especies con presencia en las tres parcelas de monitoreo son *Arcytophyllum setosum (*Ruiz & Pav.) Schltdl, *Brachyotum campii* Wurdack, *Disterigma acuminatum (*Kunth) Nied, *Escallonia myrtilloides* L. f., *Gynoxys cuicochensis* Cuatrec, *Neurolepis elata* (Kunth) Pilg, *Rubus laegaardii* Romoleroux, y *Weinmannia fagaroides* Kunth con frecuencia relativa del 100%.

Por otro lado existen especies presenten en dos parcelas de monitoreo las cuales poseen una frecuencia del 67%, las especies son *Chusquea neurophylla* L.G. Clark, *Blechnum auratum* (Fée) R.M. Tryon & Stolze, *Clethra fimbriata* Kunth, *Diplostephium glandulosum* Hieron, *Gaultheria erecta* Vent, *Gaultheria reticulata* Kunth, *Ilex* sp, *Miconia dodsonii* Wurdack, *Miconia ligustrina (*Sm.) Triana, y *Monnina arbuscula* Chodat los detalles de valores de frecuencias se presentan en el Anexo 4.

- **Endemismo**

Las especies colectadas en la investigación, se determinaron un total de 117 individuos de plantas arbustivas endémicas en 8 especies diferentes, distribuidas en 5 familias, entre ellas la especie *Miconia dodsonii* Wurdack y *Neurolepis elata* (Kunth) Pilg se encuentra en categoría En Peligro (EN).

Las especies *Brachyotum campii* Wurdack y *Gynoxys miniphylla* Cuatrec. se encuentran en la categoría de Casi Amenazado (NT), y *Rubus laegaardii* Romoleroux en la categoría Vulnerable (VU), estas especies se registraron en el páramo, mientras que las especies *Weinmannia stenocarpa* Killip & A.C. Sm y *Graffenrieda harlingii* Wurdack, se categorizaron como Vulnerables dentro del bosque siempreverde montano.

Solamente dos especies endémicas de arbustos se registraron en el bosque siempreverde montano alto, las cuales son *Meriania riígida* (Benth) Triana y *Weinmannia stenocarpa* Killip & A.C. Sm ambas en categoría Vulnerable, finalmente se registró una sola especie endémica en el bosque siempreverde montano *Graffenrieda harlingii* Wurdack (VU), para mayor detalle véase en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Especies de arbustos endémicas registradas en los ecosistemas de estudio.

Id	Ecosistema	Familia	Especie	Nº Ind	Categoría UICN
1	AsSn01	Melastomataceae	*Brachyotum campii* Wurdack	5	Casi Amenazado (NT)
2	AsSn01	Asteraceae	*Gynoxys miniphylla* Cuatrec.	16	Casi Amenazado (NT)
3	AsSn01	Melastomataceae	*Miconia dodsonii* Wurdack	15	En Peligro (EN)
4	AsSn01	Poaceae	*Neurolepis elata* (Kunth) Pilg.	59	En Peligro (EN)
5	AsSn01	Rosaceae	Rubus laegaardii Romoleroux	4	Vulnerable (VU)
6	BsAn02	Melastomataceae	*Meriania rigida* (Benth) Triana	1	Vulnerable (VU)
7	BsAn02	Cunoniaceae	*Weinmannia stenocarpa* Killip & A.C. Sm.	15	Vulnerable (VU)
8	BsMn02	Melastomataceae	*Graffenrieda harlingii* Wurdack	2	Vulnerable (VU)

Las familias de mayor aporte de especies endémicas registradas en los sitios de estudio fueron la Symplocaceae y Melastomatácea ambas con 2 especies endémicas, el resto de familias corresponde a una sola especie endémica, como se presenta en la Figura 34.

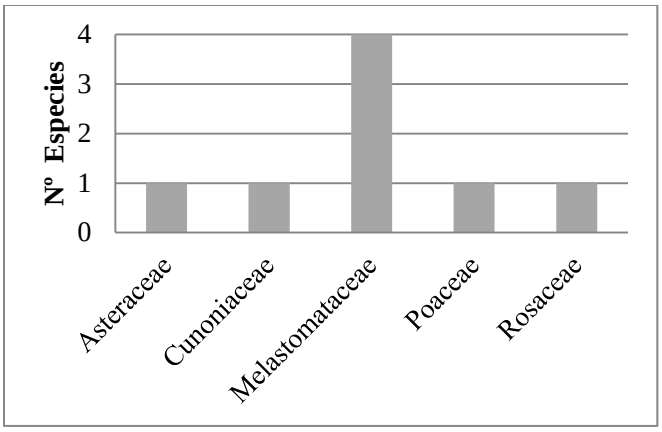


Figura 34. Número de especies arbustivas endémicas por familia de los ecosistemas de estudio.

- **Diversidad Alfa**

La diversidad alfa de especies arbustivas entre ecosistemas, se determinó una diversidad alfa promedio media. En el páramo se establece como un valor promedio de diversidad alfa del 0.58 lo cual determina ser una diversidad media a nivel de arbustos en los páramos (Figura 35).

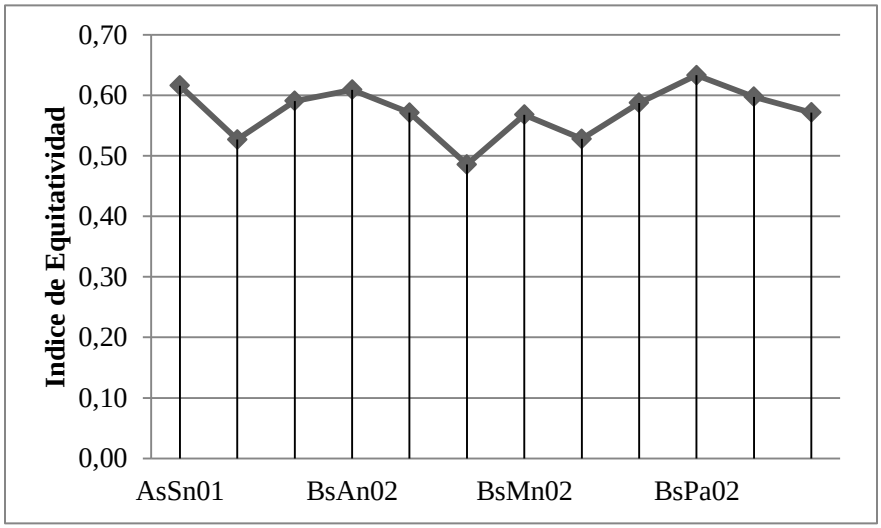


Figura 35. Diversidad de especies arbustivas en las parcelas de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio.

Por otro lado en el bosque siempreverde piemontano obtuvo un valor promedio de 0.60, siendo el índice más alto de arbustos lo posee la parcela 1 con 0.62 perteneciente del ecosistema de páramo (Cuadro 19).

Cuadro 19. Diversidad alfa de arbustos calculada con el índice de Shannon-Wiener para las parcelas de los ecosistemas de estudio.

Ecosistema	Parcela	H'	Equitatividad	Interpretacion	Promedio Ecosistema	Interpretacion
AsSn01	1	2.62	0.62	Media	0.58	Media
AsSn01	2	2.06	0.53	Media		
AsSn01	3	2.36	0.59	Media		
BsAn02	23	2.67	0.61	Media	0.56	Media
BsAn02	24	2.28	0.57	Media		
BsAn02	25	1.74	0.49	Media		
BsMn02	5	1.80	0.57	Media	0.56	Media
BsMn02	7	1.75	0.53	Media		
BsMn02	10	1.65	0.59	Media		
BsPa02	15	3.01	0.63	Media	0.60	Media
BsPa02	16	2.81	0.60	Media		
BsPa02	22	2.43	0.57	Media		

H': Índice de Diversidad de Shannon-Wiener.

4.1.3. Parámetros Ecológicos del estrato herbáceo de los sitios de estudio

- **Densidad Relativa**

El bosque siempreverde piemontano posee un total de 180 individuos registrados, los cuales se encuentran distribuidos en un total de 37 especies diferentes, con un total de 13 familias en el estrato herbáceo. Las especie *Diplazium macrophyllum* Desv es la especie con mayor número de individuos en las parcelas 15 y 16, con 18 ind/m² y 12 ind/m², que representan ser 180000 y 120000 ind/Ha respectivamente, con densidades relativas de 41% y 25.5%. En la parcela 22 se registró a *Piper cuspidiscum* Trel con 23 ind/m² y 230000ind/Ha.

En el bosque siempreverde montano, se determinó un total de 83 individuos registrados, con un número total de 34 especies en 15 familias. Las especies *Blechnum lima* Rosent de la parcela 5 posee 9 ind/m² y 90000 ind/Ha, con densidad relativa del 39%, seguidamente de *Anthurium* sp con 5 ind/m² y 50000 ind/Ha representa el 16.7% DR en la parcela 7, y *Peperonea rotundata* con 10 ind/m² y 100000 ind/ha con 32% de densidad relativa en la parcela 10, son especies que representan ser las especies con mayor número de individuos por especies en las parcelas de monitoreo.

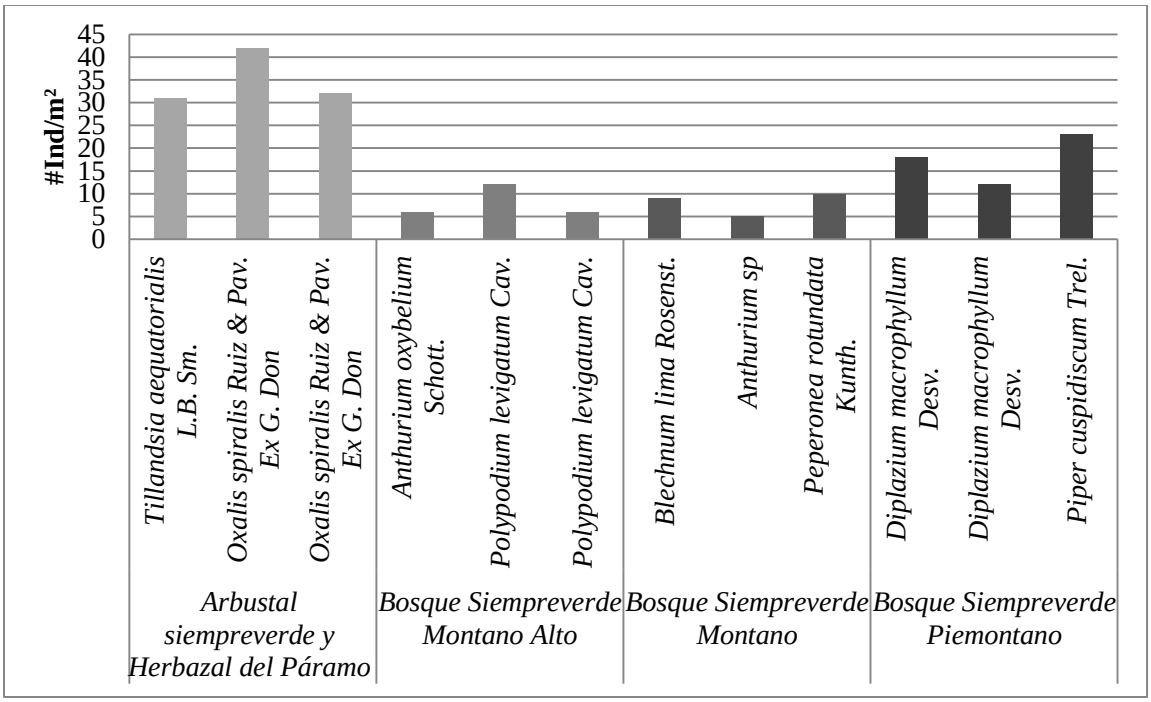


Figura 36. Abundancia de especies herbaceas con mayor número de ind/m² en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas de estudio.

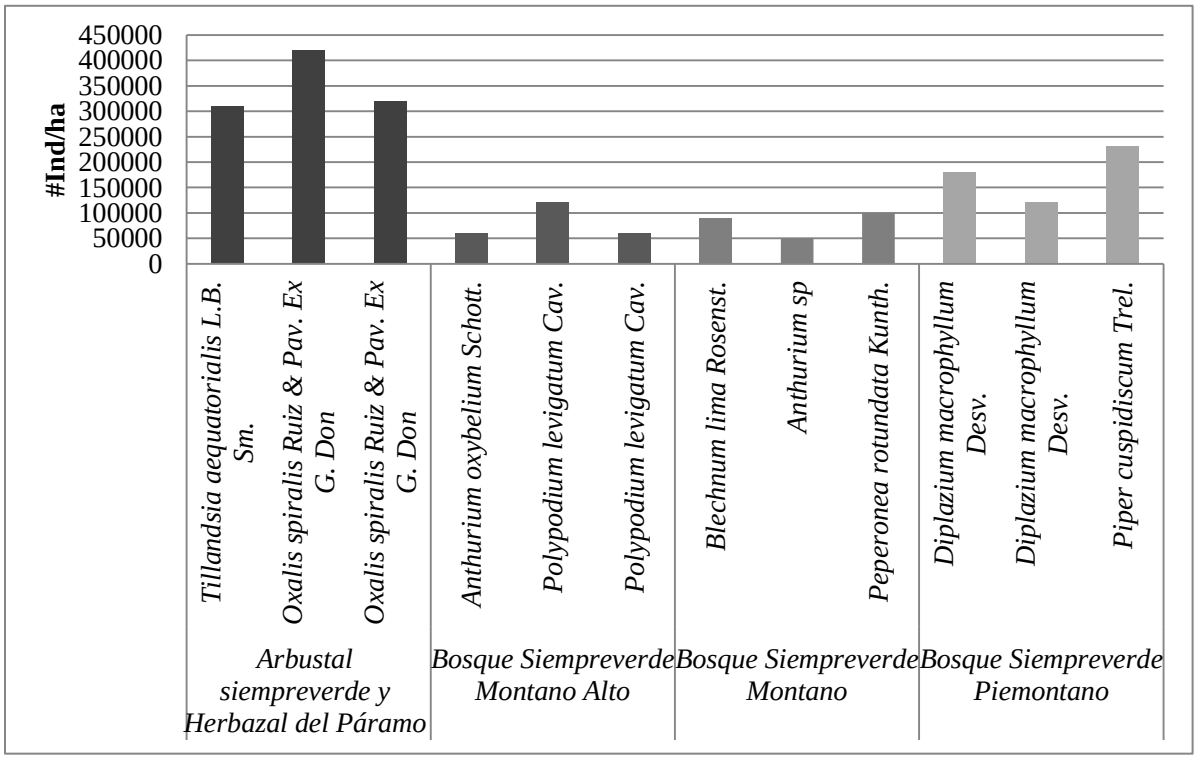


Figura 37. Abundancia de especies herbaceas con mayor número de ind/ha en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas de estudio.

Las especies con mayor número de individuos en el ecosistema son *Tillandsia aequatorialis* L.B. Sm., con 31 ind/m², 310000ind/Ha y 15% de densidad relativa en la parcela 1 en los páramos, seguidamente la especie *Oxalis spiralis* Ruiz & Pav. Ex G. Don en las parcelas 2 y 3 representan ser la especie con mayor número de individuos por especies herbáceas con valores de 42 ind/m² y 420000 ind/Ha (15.6%), y 32 42 ind/m y 320000 ind/Ha con 16.2% de densidad relativa. La información antes mencionada se resume en las Figuras 36, 37 y 38, respectivamente.

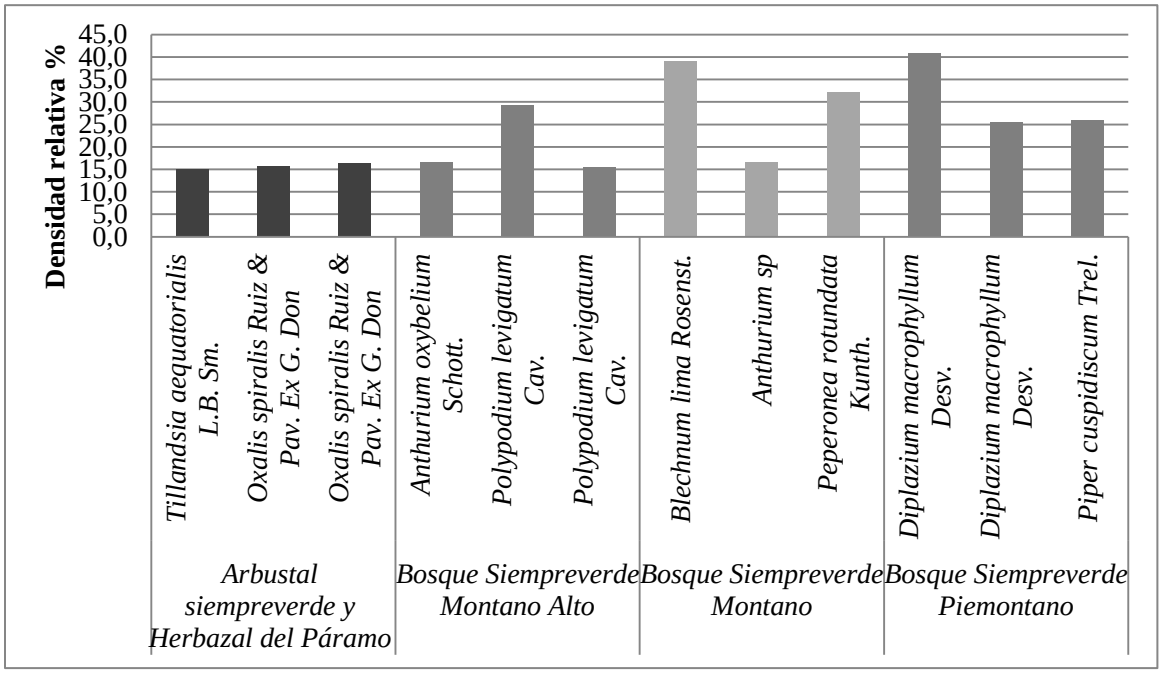


Figura 38. Especies herbaceas con mayor densidad relativa en las parcelas de monitoreo en los ecosistemas.

- **Frecuencia Relativa**

En el bosque siempreverde piemontano se presenta una regularidad con respecto a la frecuencia de sus especies, ya que tan solo se ha registrado a *Anthurium oxybelium* Schott especie con valor del 100% en las tres parcelas de estudio, sin embargo existen especies como *Berberis* sp, *Blechnum fragile (*Liebm) C.V Mortin & Leninger, *Palicourea stipularis* Benth, y *Polypodium levigatum* Cav, con frecuencia del 67%.

Así mismo registró a *Diplazium macrophyllum* Desv. y *Selaginella haeniatodes* (Kunze) Spring in Mart como las especies con mayor frecuencia presenta en las especies herbáceas, el 67% de

frecuencia están representadas por las especies *Philodendron sp*, y *Piper cuspidiscum* Trel en el bosque siempreverde montano (Anexo 5).

De igual forma como sucede en el ecosistema anterior, las especies de mayor frecuencia entre las parcelas del bosque siempreverde montano alto del estrato herbáceo se identificó a *Anthurium* sp, con 100% de frecuencia relativa, y *Anthurium oxybelium* Schott, *Palicourea heterochroma* K. Schum. & K. Krause, *Piper asperiusculum* Kunth y *Pleurothallis cordata* (Ruiz & Pav.) Lindl. con 67% de presencia entre dos de las tres parcelas de monitoreo.

En el páramo se registraron un total de 674 individuos, existentes un total de 167 especies registradas en las tres parcelas de 20 x 20 m, distribuidas en 31 familias, los datos completos del estrato herbáceo de los cuatro ecosistemas de estudio se detallan en el Anexo 5.

Las especies con 100% de frecuencia en las parcelas de estudio son *Ageratina cutervensis* (Hieron) R.M. King & H. Rob, *Arcytophyllum setosum (*Ruiz & Pav.) Schltdl, *Blechnum auratum* (Fée) R.M. Tryon & Stolze, *Bomarea dissitifolia* Baker, *Bomarea setacea* (Ruiz & Pav.) Herb, *Calceolaria fusca* Pennell, *Chusquea neurophylla* L.G. Clark, *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude, *Disterigma pentandrum* S.F. Blake, *Gomphichis caucana* Schltr, *Macleania rupestris* (Kunth) A. C. Sm, *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn, *Oxalis spiralis* Ruiz & Pav. Ex G. Don, *Polypodiun subandinum* Sod, *Rubus laegaardii* Romoleroux, y *Vaccinium floribundum* Kunth.

Existe un porcentaje considerable de especies con frecuencia relativa del 67% es decir, presentes en dos de las parcelas permanentes de monitoreo, las cuales son *Blechnum cordatum* (Desv.) Hieron, *Bomarea brachysepala* Benth, *Disterigma alaternoides* (Kunth) Nied, *Miconia dodsonii* Wurdack, *Monnina arbuscula* Chodat, *Themistoclesia epiphytica* A.C. Sm, y *Tillandsia aequatorialis* L.B. Sm, en el Anexo 6 se presenta a detalle las frecuencias relativas de las especies herbáceas de las parcelas de monitoreo de los distintos ecosistemas.

- **Endemismo**

En el estrato herbáceo se registró un total de 8 especies de plantas endémicas distribuidas en 7 familias. La especie *Puya maculata* L. B. Sm. se encuentra en la categoría de Peligro Crítico, *Miconia dodsonii* Wurdack en Peligro, *Chusquea leonardiorum* L. G. Clark, *Gynoxys*

cuicochensis Cuatrec. y *Neurolepis nana* L. G. Clark, en la categoría de Casi Amenazado, y las especies de *Rubus laegaardii* Romoleroux y *Thelypteris euthythrix* A. R. Sm Vulnerables, en el páramo. De igual manera en el bosque siempreverde montano alto, se registraron dos especies dentro de la categoría de Vulnerables, las cuales son *Meriania rigida* (Benth) Triana *y Nasa loxensis* (Kunth) Weigend, tal como se presenta a continuación en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Especies de herbáceas endémicas registradas en los ecosistemas de estudio.

Id	Ecosistema	Familia	Especie	Nº Ind	Categoría UICN
1	AsSn01	Bromeliaceae	*Puya maculata* L. B. Sm.	1	En Peligro Crítico (CR)
2	AsSn01	Melastomataceae	*Miconia dodsonii* Wurdack	2	En Peligro (EN)
3	AsSn02	Poaceae	*Chusquea leonardiorum* L. G. Clark	4	Casi Amenazado (NT)
4	AsSn03	Asteraceae	*Gynoxys cuicochensis* Cuatrec.	1	Casi Amenazado (NT)
5	AsSn04	Poaceae	*Neurolepis nana* L. G. Clark	3	Casi Amenazado (NT)
6	AsSn05	Rosaceae	*Rubus laegaardii* Romoleroux	47	Vulnerable (VU)
7	AsSn06	Thelypteridaceae	*Thelypteris euthythrix* A. R. Sm.	10	Vulnerable (VU)
8	AsSn07	Bromeliaceae	*Tillandsia aequatorialis* L.B. Sm.	57	Vulnerable (VU)
9	BsAn02	Melastomataceae	*Meriania rigida* (Benth) Triana.	3	Vulnerable (VU)
10	BsAn02	Loasaceae	*Nasa loxensis* (Kunth) Weigend	4	Vulnerable (VU)

Las familias que mayor número de especies endémicas registradas fueron Bromeliaceae, Poaceae y Melastomatácea con 2 especies endémicas, el resto de familias corresponde a una sola especie endémica, como se presenta en la Figura 39.

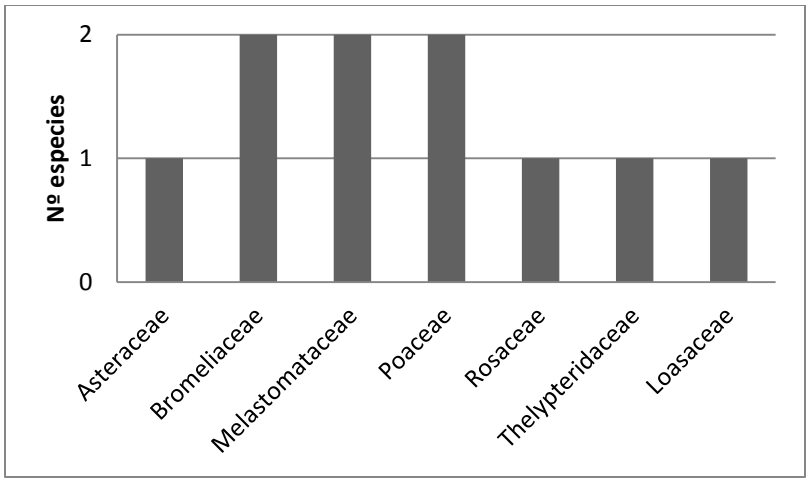


Figura 39. Número de especies herbáceas endémicas por familia de los ecosistemas de estudio.

- **Diversidad Alfa**

La diversidad alfa de especies herbáceas entre ecosistemas, se determinó que poseen diversidad alfa promedio media. En el páramo se establece como un valor promedio de diversidad alfa del 0.58, mientras que en el bosque siempreverde montano alto se determinó un valor promedio de diversidad alfa media, con un valor promedio de del 0,64, mientras que en bosque siempreverde montano posee un índice de 0.61 (Cuadro 21).

Cuadro 21. Diversidad alfa de herbáceas calculada con el índice de Shannon-Wiener para las parcelas de estudio de los ecosistemas de estudio.

Ecosistema	Parcela	H'	Equitatividad	Interpretacion	Promedio Ecosistema	Interpretacion
AsSn01	1	-2.92	0.56	Media	0.58	Media
AsSn01	2	-2.97	0.58	Media		
AsSn01	3	-2.84	0.58	Media		
BsAn02	23	-2.17	0.66	Media	0.64	Media
BsAn02	24	-2.21	0.62	Media		
BsAn02	25	-2.40	0.65	Media		
BsMn02	5	-1.81	0.60	Media	0.61	Media
BsMn02	7	-2.38	0.64	Media		
BsMn02	10	-2.01	0.58	Media		
BsPa02	15	-1.60	0.62	Media	0.60	Media
BsPa02	16	-2.00	0.60	Media		
BsPa02	22	-2.02	0.58	Media		

H'; Índice de Diversidad de Shannon-Wiener.

Finalmente en el bosque siempreverde piemontano se obtuvo un valor de 0.60, siendo el índice más bajo de herbáceas registrado a nivel ecosistémico. El nivel más alto de diversidad lo registra en bosque siempreverde montano alto en el sector Cajanuma la parcela 23 con valor de 0,66 (Figura 40).

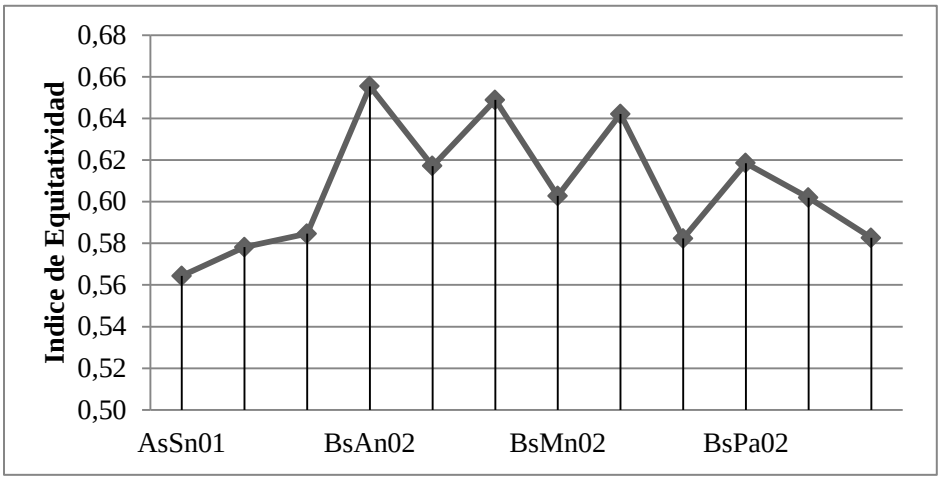


Figura 40. Diversidad de especies herbáceas en las parcelas de monitoreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio.

4.1.4. Distribución de plantas leñosas a lo largo de una gradiente altitudinal

Al comparar los valores de varianza y media de densidad de individuos por especie de árboles de los sitios de estudio, se puede establecer que, los valores de varianza son mayores con respecto a la media en los tres ecosistemas, según esta comparación se establece que existe una distribución agrupada de árboles.

Posteriormente se sometió a un análisis de varianza para establecer diferencias estadísticas, y finalmente una prueba de bondad de ajuste con el estadístico Chi-cuadrado y establecer el patrón de distribución de árboles en los ecosistemas de estudio. Dando como resultado p-valor de <0.000, que en comparación con los valores críticos de X^2 (Tabla 3), se determina que en los tres ecosistemas, lo arboles poseen una distribución espacial agrupada.

Los valores calculados del índice distribución espacial de árboles de Clark y Evans con respecto al número de individuos de las especies de árboles existentes en las parcelas de monitoreo (Figura 41), se determinó que el ecosistema denominado bosque siempreverde piemontano posee valor promedio de 0.24, por otro lado el bosque siempreverde montano con valor promedio de 0.23 con el menor valor con respecto a los otros ecosistemas, además que son estadísticamente

similares en la variable distribución aplicando análisis de varianzas en el programa InfoStat con respecto al ecosistema anterior.

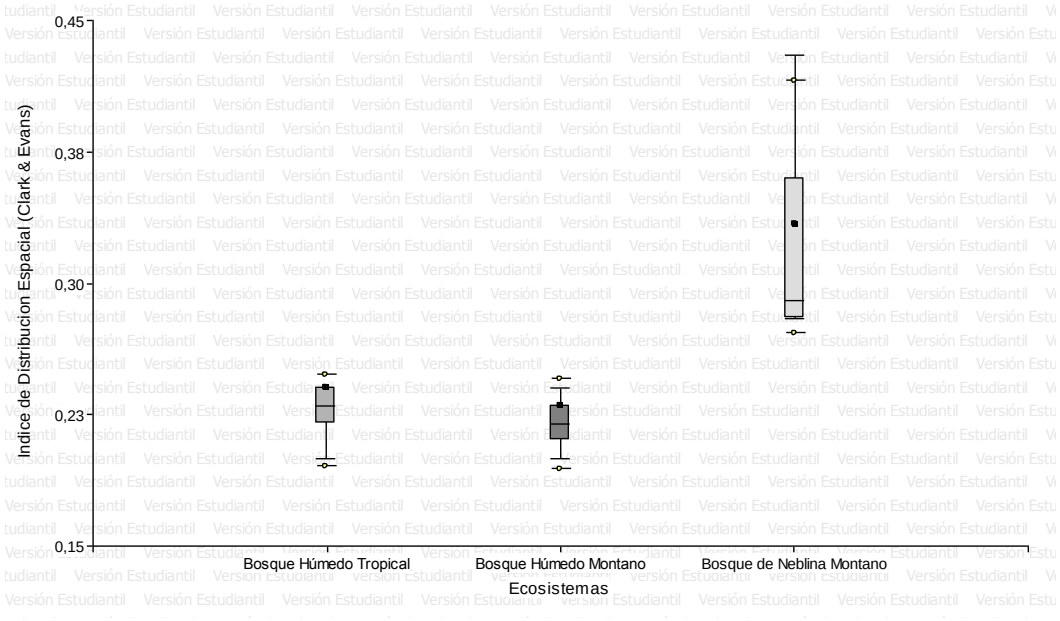


Figura 41. Box- plot de valores de índice de distribución de árboles de Clark y Evans de los ecosistemas de estudio.

Sin embargo el bosque siempreverde montano alto con valor medio de 0.33, siendo el valor más alto es estadísticamente diferente con respecto a los ecosistemas antes mencionados (Figura 42).

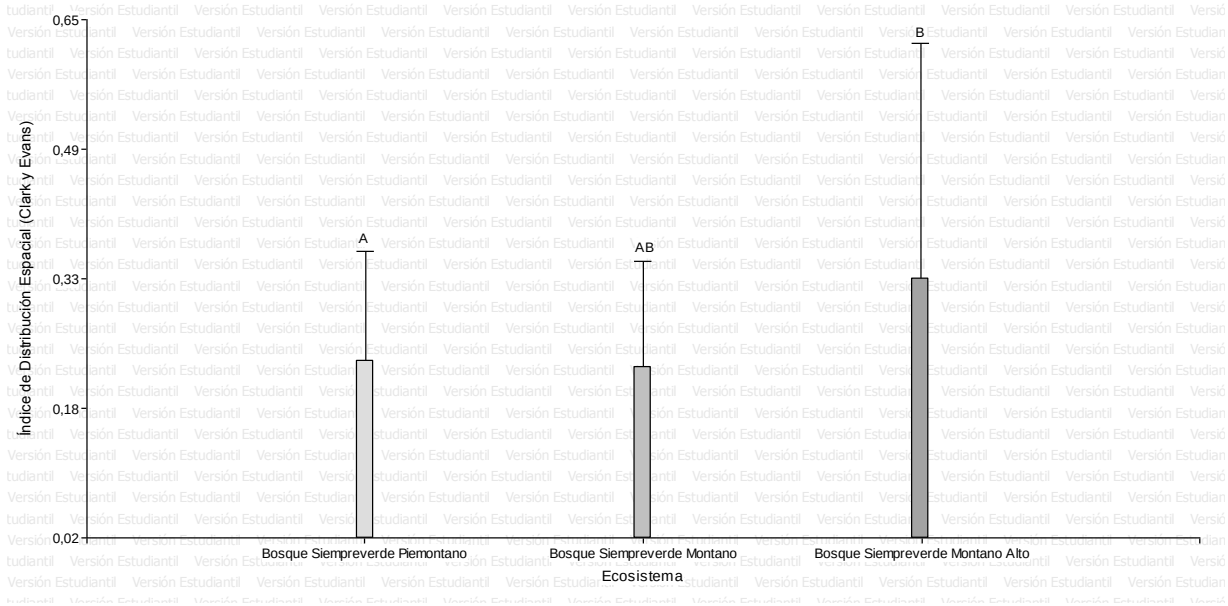


Figura 42. Comparaciones estadísticas de patrones de distribución de especies arbóreas a lo largo de un gradiente altitudinal.

Cabe mencionar que la variable de índice de distribución espacial posee valores de cero con tendencia hacia el valor uno positivo, por lo que establece que el patrón de distribución de árboles es agrupado con tendencia aleatoria.

Es importante recalcar que el ecosistema páramo, no se registraron especies ni distancias de vecino más cercano por la ausencia de árboles con DAP mayor a 10 cm, no se considera en el análisis estadístico con respecto a los anteriores, siendo un ecosistema donde las condiciones ambientales no contribuyen el crecimiento de árboles en el sitio, considerándose un ecosistema totalmente diferente a los anteriores, ya sea en parámetros ecológicos de especies, como en índices de distribución espacial de árboles.

4.2. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS DE ESTUDIO

El estado de conservación del bosque siempreverde piemontano es bueno, alcanzando un valor promedio de 59 % (Figura 43); esto indica que la mayor parte del área se encuentra conservada, con pocas perturbaciones antrópicas, los cual pueda influir en la estructura y salud de la biodiversidad (Cuadro 22).

Según los datos de diversidad obtenidos en el muestreo se determinó que la diversidad alfa de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas del sitio, son las que mayor valor contribuyen a la estructura del ecosistema, sin embargo la apariencia de los estratos contribuyen significativamente en la conservación en la determinación de la salud de la biodiversidad (González y Pardo 2013).

La funcionalidad ecológica del ecosistema y riqueza de especies, contribuyen a la conservación de la calidad y cantidad de los bienes y servicios ambientales, al que ha estado sometido el bosque es producto de la alteración sistemática de su estructura, debido a la tala selectiva de especies maderables, causando la fragmentación y destrucción de los estratos inferiores y el área de influencia, alterando la estructura y composición del ecosistema.

Sin embargo no se descarta la posibilidad de que amenazas potenciales como el pisoteo por ecoturismo, extracción maderera y el calentamiento global, afecten al ecosistema, donde se considera el alcance, severidad y temporalidad con que se presenta tales amenazas. El bosque

nativo de la estación científica ¨El Padmi¨, posee una importancia ecológica, la cual se caracteriza por ser una área que posee un nivel de diversidad biológica importante, se distinguen tres tipos de ecosistemas que guardan una alta biodiversidad, debido a la variación de la gradiente altitudinal y topográfica en una área muy restringida (Naranjo y Ramírez, 2009).

Con respecto a la participación social e institucional, el interés social en protección por servicios ambientales, ha sido un factor importante en la conservación, a pesar de que el ecosistema provee de bienes y servicios ambientales, a las comunidades del sector, no existen manejo cooperativo institucional a nivel nacional o local que pueda contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales, lo que representa ser una influencia negativa al estado actual del ecosistema.

Cabe menciona que las acciones institucionales de la Universidad Nacional de Loja, contribuyen significativa a la protección de los bosques nativos del sector, sin embargo es necesario implementar medidas de manejo sustentable de recursos naturales que posibiliten el desarrollo social, económico, institucional y ambiental del sector.

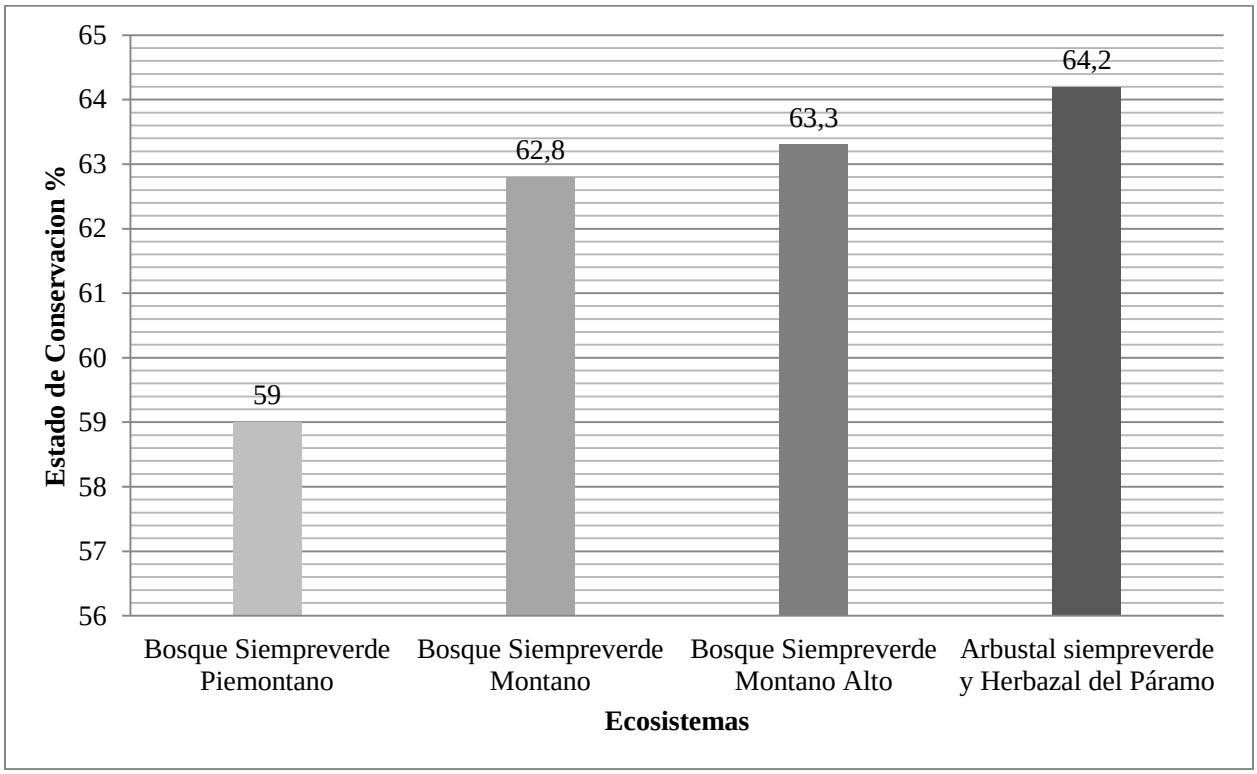


Figura 43.Valoración del Estado de conservación de los ecosistemas de estudio.

El bosque siempreverde montano posee un valor total de estado de conservación de 62.80 % (Figura 43); siendo los valores más altos en los indicadores de diversidad alfa de árboles y herbáceas, y apariencia de los estratos. En la localidad se desarrollado estudios con intereses científicos sin embargo al ser una reserva privada, las actividades antrópicas son restringidas, por lo que no representa ser un impacto severo para la estructura del ecosistema y la salud de la biodiversidad (Cuadro 22).

Es importante mencionar que las parcelas de monitoreo donde se obtuvo la información para la respectiva valoración del estado de conservación, se encuentra se encuentra en el interior su zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus, las actividades turísticas no son muy frecuentes, sin embargo el pisoteo de la cobertura vegetal influye significativamente dentro del área de alcance, y reducir la población de las especies arbustivas y herbáceas. En la localidad se desarrollado estudios con intereses científicos sin embargo al ser una reserva privada, las actividades antrópicas son restringidas, por lo que no representa ser un impacto severo para la estructura del ecosistema y la salud de la biodiversidad. bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes.
A nivel de interés institucional, se han implementado medidas de conservación eficientes, permitiendo la regeneración natural de las especies afectadas por la ganadería y deforestación, por otro lado es importante menciona que en el sitio se registraron mayor número de individuos de la especie endémica Podocarpus oleifolius, por lo que el nivel de conservación de la salud de la biodiversidad es mayor que el del sector Cajanuma.

El bosque siempreverde montano alto posee un valor de conservación de 63.3%, siendo un sitio florísticamente interesante por presentar una combinación de especies de bosques nublados y páramos, así como zonas de transición con formaciones vegetales achaparradas únicas (Beltrán y Torres, 2011).

El Sector Cajanuma administrado por el Ministerio del Ambiente, tiene libre acceso a turistas para actividades de turismo, sin embargo en los alrededores se encuentra implementado infraestructura en la zona de amortiguamiento con caminos delimitados, miradores, cabañas de alojamiento y servicios básicos para los turistas e investigadores, donde se han considerados planes de manejo ambiental del parque lo que representa un mayor nivel de conservación en el sector (Cuadro 22).

Cuadro 22. Valoración de los indicadores para la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas de estudio.

ESTRUCTURA DEL ECOSISTEMA					
Criterios e Indicadores		Estado de Conservación			
		Bosque Húmedo Tropical	Bosque Húmedo Montano	Bosque de Neblina Montano	Páramo
Tamaño poblacional DR%	Arboles	1,4	1,7	3,2	0,6
	Arbustos	2,8	2,3	2,1	1,7
	Herbáceas	1,4	2,3	2,1	5,1
#Sp (Diversidad Especifica)	Árboles	2,1	1,7	1,6	0,6
	Arbustos	2,1	1,2	1,1	1,7
	Herbáceas	2,1	1,2	1,1	3,4
Diversidad Alfa	Árboles	4,2	5,2	3,2	0,6
	Arbustos	4,2	2,3	2,1	3,4
	Herbáceas	4,2	5,2	2,1	3,4
SALUD DE LA BIODIVERSIDAD					
Apariencia del Tipo de Estrato	Árboles	6,3	1,7	4,8	0,6
	Arbustos	4,2	5,2	2,1	5,1
	Herbáceas	5,6	3,5	2,1	5,1
# Sp Endémicas	Árboles	1,4	1,7	3,2	0,6
	Arbustos	1,4	1,2	1,1	1,7
	Herbáceas	1,4	1,2	1,1	3,4
% de Pisoteo (actividades turísticas)		0,7	1,2	2,1	1,1
INTERÉS SOCIAL EN PROTECCIÓN POR SERVICIOS AMBIENTALES Y PARTICIPACIÓN INSTITUCIONAL					
Interés Social en Protección por Servicios Ambientales		2,8	3,5	4,8	5,1
Número de iniciativas para conservar ecosistemas de importancia hídrica		2,8	2,3	4,8	5,1
Ecoturismo		2,8	3,5	4,8	2,3
Acuerdos sociales y/o legales de conservación		1,4	2,3	3,2	3,4
Participación Institucional		1,4	5,2	3,2	3,4
Nacional		1,4	2,3	3,2	2,3
Provincial		0,7	2,3	2,1	2,3
Local		0,7	2,3	2,1	2,3
Total		59	62,8	63,3	64,2

El ecosistema páramo, presenta un buen estado de conservación; con una valoración total de 64.2% (Figura 43), el cual se establece en un rango altitudinal entre 2900 a 3100 o 3400 msnm.

Este tipo de vegetación, también conocida como bosque enano de altura, con varios de los elementos florísticos del piso anterior existentes en este sitio, ya que las condiciones ambientales, topográficas y edáficas, no posibilitan el crecimiento de árboles (Alulima y Angamarca, 2013). Sin embargo la diversidad arbustiva y herbácea registrada determino un mayor valor en la estructura del ecosistema, así mismo la salud de la biodiversidad contribuyo a establecer que el ecosistema de paramo se encuentra en mayor nivel de conservación con respecto a los ecosistemas anteriores.

En el sector al estar ubicado dentro del Parque Nacional Podocarpus ser declarado dentro de las áreas protegidas de nuestro país con el fin de conservar la biodiversidad y al aprovechamiento de servicios ambientales que proporciona el parque. En los páramos se permite realizar actividades de turismo ecológico e investigación, en el sector se han instalado sitios de monitoreo de la diversidad florística, donde el nivel de pisoteo de la cobertura vegetal es ligera, pero frecuente (Eguiguren y Ojeda, 2009; Aguirre y Chamba, 2010; Alulima y Angamarca, 2013), por lo que representa ser una amenaza a considerar y que influye gradualmente en el estado de conservación de este ecosistema.

El Parque Nacional Podocarpus es considerado de alto interés social por conservar la biodiversidad, entre los interesados se encuentran instituciones como el Ministerio de Ambiente, Universidad Nacional de Loja están realizando una serie de proyectos de conservación del parque, para establecer medidas de manejo sustentables a mediano y largo plazo (Cuadro 22).

4.3. DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Para el proceso de divulgación de la investigación realizada se elaboró un artículo científico, con la coordinación del director de la investigación, el cual será sometido en una de las revistas científicas existentes en la Universidad Nacional de Loja.

Así mismo se elaboró un póster descriptivo, donde se realizó la difusión sintetizada de los resultados de la investigación, el cual se denomina Patrones de Diversidad y Distribución de plantas leñosas a lo largo de una gradiente altitudinal, entre la provincia de Loja y Zamora Chinchipe (Anexo 7).

5. DISCUSIÓN

5.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Es frecuente la utilización de parcelas permanentes para el estudio de la diversidad florística, sin embargo no existe un protocolo estándar relacionado al tamaño y distribución de la unidad de muestreo. Algunos investigadores utilizan parcelas grandes (de una hectárea), otros un conjunto de parcelas de menores dimensiones. Al respecto Di Rienzo *et al.*, (2008) manifiesta que para obtener un mayor peso estadístico en futuros remuestreo se requiere tener un número mayor de repeticiones (es decir la mayor cantidad de parcelas), otras palabras cumplir el principio de Rapoport)[12]. En este estudio se utilizaron tres parcelas de 20 x 20 distribuidas en un conjunto de 25 parcelas una hectárea, que servirá como línea base de descripción y análisis de diversidad de ecosistemas.

Respecto al proceso metodológico para obtención de la distribución espacial de árboles en distintas altitudes, se partió de establecer mediante la densidad de árboles comparaciones entre la varianza y promedio de tales valores, y aplicando el estadístico Chi-cuadrado se pudo establecer la tendencia espacial de los árboles con los rangos establecidos de X^2, para finalmente establecer el respectivo patrón de distribución con los valores de distancia de vecino más cercano de los individuos, mediante el uso del Índice de distribución espacial de Clark y Evans, ello es colaborado por algunos investigadores entre ellos Ledo *et al*., (2012).

Para posteriores estudios, con el incremento de número de repeticiones por sitio se podrá aplicar varios índices y métodos estadísticos que posibiliten a ampliar el análisis estadístico, y establecer modelos estadísticos con herramientas tecnológicas avanzadas.

Con relación a la evaluación del estado de conservación de ecosistemas no existe metodologías que soporten estos procesos y que se pueden aplicar a diferentes ecosistemas; por ello, en este estudio se empleó un procedimiento que resulto de la combinación de metodologías realizadas para evaluar diferentes ecosistemas en la región sur del Ecuador. Por lo que se requiere promover nuevas líneas de investigaciones a nivel local, regional y nacional con la finalidad de establecer indicadores ambientales que permitan determinar la estructura del ecosistema y la salud de la

[12] Regla de Rapoport es un principio biogeográfico que postula que, según desciende la latitud, puede observarse una disminución de la extensión geográfica de las especies tanto animales como vegetales.

biodiversidad, y establecer cuantitativamente el estado de conservación de los ecosistemas, lo cual sirvan de base para crear e implementar medidas institucionales de conservación de la biodiversidad acordes a la realidad de cada ecosistema.

5.2. DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS LEÑOSAS A LO LARGO DE UNA GRADIENTE ALTITUDINAL

De acuerdo a los resultados obtenidos se evidencia que existen diferencias significativas entre las variables de densidad, riqueza, diversidad alfa e índice de distribución de las plantas leñosas, esto posiblemente se deba a que las condiciones ambientales de cada ecosistema difiere no solamente en altitud, sino también en las condiciones climáticas, edáficas, hidrológicas, etc.

Los ecosistemas de la región sur del ecuador son considerados los de mayor índice de diversidad a nivel nacional (Mena, 2005; Cuvi y Caranqui, 2010), al encontrarse en la formación fitogeográfica Huancabamba, posee una variabilidad climática la cual se encuentra definido por las corrientes fría de Humboldt y cálida de El Niño (Bussmann, 2005). Por este motivo las condiciones ambientales de cada ecosistema posibilitan a que la diversidad de árboles difiera considerablemente.

El efecto de las gradientes altitudinales sobre la diversidad de especies se manifiesta por una tendencia general para diversos grupos: por ejemplo se puede se puede apreciar que la diversidad de especies de plantas leñosas disminuye conforme se asciende en altitud (Rodríguez, 2011; Pineda *et al*, 2007), y es conocido como la regla de Rapoport, misma que sostiene que la diversidad es mayor cerca de los trópicos y las tasas de migración disminuyen con la elevación, y como consecuencia la densidad de especies y el endemismo de especies es mayor en zonas de transición y en altitudes extremas (Pineda, *et* al, 2007; Cuvi y Caranqui, 2010; Guzmán y Salinas, 2010; Koleff *et al*, 2008).

De los resultados obtenidos en este estudio, se evidencio que existen correlaciones entre la densidad de árboles y la dominancia relativa de las especies de plantas leñosas, es decir que a mayor número de individuos por especies de árboles mayor será el valor de la dominancia; lo cual puede traducirse que estas especies posiblemente sean las de mayor importancia en el ecosistema.

Las características edáficas, climáticas, orográficas, etc., presentan ciertas influencias en el crecimiento de especies adaptadas a esas condiciones, como lo demuestra el análisis estadístico multivariado, donde se puede deducir la preferencia de cada una de las especies (Zacarías *et al.*, 2009). Sin embargo un factor determinante es la dinámica biológica que sucede en el ecosistema, las actividades simbióticos pueden ser actores principales en el incremento de la dominancia lo cual puede estar generando un incremento en el crecimiento altitudinal y diamétrico de las especies (Martín, 2011).

Según los resultados obtenidos en el presente estudio se puede deducir que la distribución espacial de las plantas leñosas está fuertemente influenciada por la densidad de los árboles y la distancia con su vecino más cercano. La densidad influye directamente en la dominancia de las especies, sin embargo la distancia en la que se encuentra un individuo del otro determina el grado de competencia por espacio que existe en el ecosistema y a la vez condición el grado de competencia por la luz para el crecimiento de las especies.

La distribución de los árboles en los ecosistemas estudiados presentan una distribución agrupada aleatoria, es decir se dispone en grupos dispersos lo que forman pequeños ensambles de individuos, conformados principalmente por especies dominantes y por lo tanto representan especies de importancia para el ecosistema. Comportamiento, que hace que existan relaciones que condicionan la dinámica de cada ecosistema; por ejemplo se evidencia una fuerte competencia por luz y nutrientes, así como relaciones simbióticas (p.ej., facilitación, comensalismo etc.) (Apolo *et al.*, 2007). Esta distribución en grupos al parecer pueden incrementar la probabilidad de desarrollo total del individuo y reduciendo el índice de mortalidad de individuos a lo largo del tiempo (Odum y Sarmiento, 1998).

Sin embargo, en el presente estudio no se evidencio la existencia de diferencias significativas en la distribución espacial de árboles comparado con las principales factores climáticas; por ejemplo la altitud en las que se encuentran los árboles no está directamente relacionada con el grado de ubicación espacial de los mismos, tal vez esta preferencia de agrupamiento de árboles se deba más por preferencias de especies, actividades simbióticas, de competencia o supervivencia, lo cual pueden ser temas importantes de investigación a futuro.

5.3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE CUATRO ECOSISTEMAS DE LAS PROVINCIAS DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE

El estado de conservación de los ecosistemas de estudio están directamente relacionados con el grado de accesibilidad y restricción de actividades antrópicas (Apolo *et al*., 2007), por ejemplo los ecosistemas de paramo y el bosque siempreverde montano alto los dos ubicados en el Parque Nacional Podocarpus fueron los que mejor estado de conservación alcanzaron; pues en estos ecosistemas existe un mayor control de actividades antrópicas; lo cual hace concluir que a mayor intervención institucional del Ministerio del Ambiente mejor será la conservación de las áreas y su biodiversidad.

Sin embargo, la eficiencia de la conservación se refleja en la estructura y salud de la biodiversidad (Granizo *et al*., 2006); por ello es tener un buen estado de conservación actual, no implica que en el futuro puedan existir amenazas que afectan la conservación de estos ecosistemas; acciones potenciales como el pisoteo por ecoturismo, y el calentamiento global pueden ser serias amenazadas y muchas veces olvidadas de considerar.

Según los datos de diversidad obtenidos en el muestreo, se determinó que la diversidad alfa de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en los cuatro sitios, son las que mayor valor contribuyen a la estructura del ecosistema, Así mismo la apariencia de los estratos contribuyen significativamente en la determinación de la salud de la biodiversidad, entonces este será un buen parámetro a considerar en futuras evaluaciones (González y Pardo, 2013).

Con relación a la participación social e institucional, por un lado el interés social en la protección por servicios ambientales constituye un factor importante en la conservación de los ecosistemas; y por otro lado todavía no es muy claro la relación entre los actores locales y la gestión de tales servicios ambientales.

A pesar de los ecosistemas provee una serie de bienes y servicios ambientales a las comunidades locales, todavía no existen acciones o experiencias exitosas de manejos efectivos de los bienes y servicios que ellos reciben de los ecosistemas (Añazco *et al.*, 2010). Condición que puede traducirse en disminuir el estado de conservación del ecosistema

La generación de información como instrumento para la gestión de los ecosistemas y su relación con la conservación de la biodiversidad es evidente, donde las acciones de algunas instituciones de la región han tenido cierto impacto sobre todo en la región sur (Aguirre y Samaniego 2013), pues existe un número importante de iniciativas de monitoreo de la diversidad biológica, lo cual se puede traducir en insumos importantes que permitan mejorar la evaluación de la conservación de una área determinada. Las actividades in situ fomenta la regeneración natural de especies nativas en la reserva El Madrigal en la zona de amortiguamiento del PNP lo cual apoyan la restauración de la biodiversidad (Beltrán y Torres, 2011).

6. CONCLUSIONES

- La diversidad de plantas leñosas a lo largo de la gradiente altitudinal posiblemente estén determinadas por las condiciones ambientales (p.ej., pendiente, forma del terreno, etc.) y climáticas (precipitación, temperatura) de cada zona, y en menor grado por la exclusividad y endemismo de las especies de cada ecosistema.

- La distribución espacial de las especies leñosas registrada en este estudio evidencio una fuerte relación con la densidad de los árboles y la distancia con su vecino más cercano, y en menor grado con las condiciones ambientales analizadas; así como por las relaciones simbióticas entre individuos y especies.

- La distribución de los árboles en los ecosistemas de estudios presentan una distribución agrupada aleatoria, se disponen en grupos dispersos de individuos; este comportamiento registrados posiblemente este determinado por la competencia especialmente por luz y nutrientes, o como consecuencia de relaciones simbióticamente especificas (que requieren ser investigadas en mayor detalle). Estas condiciones en general incrementan la probabilidad de mejorar el desarrollo de las especies, y reducen el índice de mortalidad de individuos a lo largo del tiempo.

- El estado de conservación de los ecosistemas de estudio están directamente relacionados con el grado de accesibilidad y restricción de actividades antrópicas, por ejemplo los ecosistemas de paramo y el bosque siempreverde montano alto los dos ubicados en el Parque Nacional Podocarpus fueron los que mejor estado de conservación alcanzaron; pues en estos ecosistemas existe un mayor control de actividades antrópicas; lo cual hace concluir que a mayor intervención institucional del Ministerio del Ambiente mejor será la conservación de las áreas y su biodiversidad.
- La diversidad alfa de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en los cuatro sitios, son las que mayor valor contribuyen a la estructura del ecosistema, Así mismo la apariencia de los estratos contribuyen significativamente en la determinación de la salud de la biodiversidad, entonces este será un buen parámetro a considerar en futuras evaluaciones.

7. RECOMENDACIONES

Entre las recomendaciones que se han podido identificar después de haber culminado el presente estudio, presentamos las siguientes:

- Usar las parcelas permanentes instaladas en los diferentes ecosistemas para generar nuevos estudios de diferentes ramas de investigación, con la finalidad de establecer cambios en la diversidad, así como coordinar con el Ministerio del Ambiente para esta instancia use los insumos de esta investigación para la generación de estrategias de conservación y aprovechamiento de los bienes y servicios ecosistémicos de la biodiversidad en los ecosistemas de estudio.

- Ampliar el área de estudio abarcando ecosistemas presentes en la provincia de El Oro, con la finalidad de ampliar la gradiente ecosistémica dentro de la región sur del Ecuador, y aportar con insumos para la generación de instrumentos normativos de conservación, y enriquecimiento de la información científica para manejo sustentable de recursos naturales.

- Realizar el mantenimiento periódico de las parcelas permanentes en cada uno de los ecosistemas estudiados, en especial las marcaciones de cada uno de los individuos, lo cual permitirá facilitar realizar la recolección de datos en futuras mediciones.

- Las parcelas permanentes en cada uno de los ecosistemas debería ser utilizados para realizar prácticas de campo conectados a procesos de capacitación de las carreras relacionados con los recursos forestales de la región sur del Ecuador.

- La creación de un modelo estándar de evaluación del estado de conservación de ecosistemas a nivel nacional, para ello es necesario realizar nuevas investigaciones científicas encaminadas a establecer criterios e indicadores de valoración, las cuales se adapten a la diversidad de ecosistemas existentes en el Ecuador.

8. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre C., y Chamba C., 2010. Patrones de comportamiento de 10 especies vegetales del páramo del Parque Nacional Podocarpus ante escenarios de cambio climático. Tesis previa a la Obtención del Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 92 p.
- Aguirre N. y Samaniego N., 2013. Bases ecológicas para la restauración de ecosistemas degradados en la región sur del Ecuador, ante potenciales impactos del cambio climático. Proyecto de investigación. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Aguirre N., Palomeque X., Weber M., Stimm B. and Gunter S., 2011. Reforestation and Natural Succession as Tools for Restoration on Abandoned Pastures in the Andes of South Ecuador. In Gunter et al. (Eds). Silviculture in the Tropics. 513-526 pp.
- Aguirre Z., Cabrera O., Sánchez A., Merino B y 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 pp.
- Aguirre, Z. 2006. Biodiversidad ecuatoriana. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Forestal, Loja, Ecuador. 73 p.
- Aguirre, Z. 2012. Metodología para evaluar el estado de conservación de la vegetación. Loja, Ecuador.
- Aguirre, Z; Aguirre, N. 1999. Guía para realizar estudios en comunidades vegetales. Herbario Reinaldo Espinoza. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 50 p.
- Alcaraz F., 2012. Pisos bioclimáticos y pisos de vegetación. (en línea) Geobotánica. Universidad de Murcia, España. 10 p. Consultado el 2 de Febrero del 2013. Disponible en: http://www.um.es
- Alcaraz F., 2012. Pisos bioclimáticos y pisos de vegetación. (en línea) Geobotánica. Universidad de Murcia, España. 10 pp. Consultado el 2 de Febrero del 2013. Disponible en: http://www.um.es
- Aliaga J. y Villegas H. 2009. Cambio climático, desarrollo económico y energías renovables: estudio exploratorio en América Latina. Proyecto regional de Energía y Clima. Friedrich Ebert Stirftung. 19 p.

- Alvarado M., Córdova S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M., Umaña A. y Virrareal H., 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. 2° Edición. (en línea) Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p. Consultado el 22 de febrero del 2013. Disponible en: http://www.sib.gov.ar/archivos/IAVH-00288.pdf.
- Alvarado M., Foroughbakhch R., Jurado E. y Rocha A., 2002. El cambio climático y la fenología de las plantas. Ciencia UANL. Universidad Autónoma de Nuevo León. Vol. 5 (4). Monterrey, México. 493 – 500 pp.
- Álvarez E., García H. y Pacheco A., 2004. Composición y riqueza de plantas vasculares en dos bosques andinos de la cordillera oriental Santander, Colombia. (en línea) Tesis previa a la obtención del título de Biólogo. Universidad Industrial Santander, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología. Bucaramanga, Colombia. Consultado el 4 de marzo del 2013. Disponible en: http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/117/2/112524.pdf
- Alvear M., Betancur J. y Rosselli F., 2010. Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados, cordillera central Colombiana. (en línea) Revista Botánica-Florística, Caldasia Vol. 32(1):39-63 pp. Consultado el 5 de marzo del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v32n1/v32n1a3.pdf
- Alzate F. y Cardona F., 2000. Patrones de distribución de epífitas vasculares en "Robledales". Tesis previa a la obtención de título de Biólogo. Universidad de Antioquia. Vol.53 (1) Medellín, Colombia. 969-983 pp.
- Amanzo, J. Acosta, R. Aguilar, C. Eckhardt, K. Baldeon, S. Pequeño, T. 2003. Evaluación biológica rápida del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y zonas aledañas. Informe WWF – OPP.
- Amat C., Cigarán M., Seminario B., Bambarén S., Macera L., Cigarán T., y Vázquez D. 2008. El Cambio Climático no tiene Fronteras: Impacto del Cambio Climático en la Comunidad Andina. Lima, PE. 80 p.
- Andrade M y Larco P., 2010. Cambio climático en el uso y gestión del agua: las respuestas de las poblaciones excluidas en América Latina y el Caribe. Quito, Ecuador.

- Añazco, M., M. Morales, W. Palacios, E. Vega, A. Cuesta. 2010. Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible. Serie Investigación y Sistematización (8). Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. Quito, Ecuador.
- Aparicio J., 2006. Programa nacional de cambio climático: Diagnóstico del ecosistema en localidades de la Puna y valles interandinos del norte del departamento de La Paz – Bolivia. Proyecto Estudios de Cambio Climático. Ministerio de Planificación del Desarrollo. Viceministerio de Planificación Territorial y Medio Ambiente. La Paz, Bolivia. 99 p.
- Apolo W., Aguirre N., y Luzuriaga N. 2007. Evaluación de la efectividad de manejo del Parque Nacional Podocarpus. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Araujo A., Cuevas R., Miranda F., Antezana A., Poma A. y Flores N., 2011. Diversidad de plantas vasculares en dos sitios del bosque Yungueño Subandino Pluvial, Apolobamba, Bolivia. (en línea) Revista Kempffiana Vol.7 (2) 3-18 pp. Consultado el 2 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.museonoelkempff.org.
- Arévalo R. y Betancur J., 2004. Diversidad de epífitas vasculares en cuatro bosques del sector suroriental de la serranía de Chiribiquete, Guayana Colombiana. Vol. 26 (2). (en línea) 20 p. Consultado el 24 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.ciencias.unal.edu.co.
- Aviles M. y Jørgensen M., 2009. Diversidad de la flora vascular epifita en dos rangos altitudinales. (en línea) Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla, La Paz, Bolivia. Consultado el 2 de Enero del 2013. Disponible en: http//www.mobot.org.
- Barros V., 2005. El cambio climático Global. 2º Ed. Libros del Zorzal. Buenos Aires, Argentina. 176 p.
- Beltrán T., y Torres F., 2011. Propuesta para el manejo ambiental para la actividad turística en el sector Cajanuma del Parque Nacional Podocarpus. Tesis Previa a la Obtención del Título de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 242 p.
- Beltrán, K., Salgado S, Cuesta F., León-Yánez S., Romoleroux K., Ortiz E., Cárdenas A. y Velástegui A., 2009. Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los Páramos en el Ecuador. (en línea) Mena P. (Ed.) Eco Ciencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA. Quito. 70 p. Consultado el 25 de diciembre del 2012. Disponible en: http://www.condesan.org.

- Benavides I., Burbano D., Urbano S. y Solarte M., 2007. Efecto del gradiente altitudinal sobre aspectos auto ecológicos de Espeletia pycnophylla ssp. Angelensis cuatrec. (Asteraceae) en el páramo El Infiernillo (Nariño, Colombia). Actual Biología Vol. 29 (86) 41-53 pp. Consultado el 20 de febrero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58n4/a18v58n4.pdf.
- Benítez G., Hernández A., Equihua M., Medina A., Álvarez J., Ibáñez S. y Delfín C., 2007. Biodiversidad y cambio climático. CBD-UNEP. 56 p.
- Bertzky, M., Ravilious, C., Araujo Navas, A.L., Kapos, V., Carrión, D., Chíu, M., Dickson, B., 2011 Carbono, biodiversidad y servicios ecosistémicos: Explorando los beneficios múltiples. Ecuador. UNEPWCMC, Cambridge, Reino Unido.
- BirdLife International (2009) Important bird area factsheet: Parque Nacional Podocarpus, Ecuador. Downloaded from the Data Zone at http://www.birdlife.org on 11/6/2009
- Boada, C, y Campaña J. (Eds.), 2008. Composición y diversidad de la flora y la fauna en cuatro localidades en la provincia del Carchi. (en línea) Un reporte de las evaluaciones ecológicas rápidas. EcoCiencia y GPC. Quito. Consultado el 22 de Diciembre del 2012. Disponible en: http://www.condesan.org.
- Busmann R., Lozano P., Kupers M. y Lozano D., 2005. Bosque Andinos del Sur del Ecuador, clasificación, regeneración y uso. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Bosques relictos del NO de Perú y SO de Ecuador Weigend, Rodríguez y Arana (Comps.) Rev. peru. biol. Vol. 12(2): 203-216 pp. Versión Online ISSN 1727-9933 pp.
- Caballero M., Lozano S., Vázquez L. y Ortega B., 2010. Evidencias de cambio climático y ambiental en registros glaciales yen cuencas lacustres del centro de México durante el último máximo Glacial. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México D. F., México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Vol. 62 (3), 359-377 pp.
- Cabezas J., 2008. Convivir con el cambio climático. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente. Revista Ecosistemas, Asociación Española de Ecología Terrestre. Vol. 17 (2). Alicante, España. 76 – 82 pp.
- Cañas D., 2010. Distribución e invasión de gramíneas c3 y c4 (Poaceae) en un gradiente altitudinal de los andes de Colombia. (en línea) Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Caldasia Vol. 32(1):65-86

pp. Consultado el 27 de febrero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v32n1/v32n1a4.pdf.

- Cardoza F., 2011. Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Montecristo, El Salvador. Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 28 – 39 pp.
- Carrasco A., 2010. Cuarto Informe Nacional para el Convenio Sobre la Diversidad Biológica. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito, Ecuador. 26-55 pp.
- Carrillo I. y Mandujano M., 2011. Patrones de distribución espacial en plantas Clonales. (en línea) Boletín de la Sociedad Botánica de México. Vol. 1 (89). Sociedad Botánica de México Distrito Federal, México. Red Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 1-18 pp. Consultado el 8 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57721249001.
- Carrillo M., Rivera O. y Sánchez R., 2007. Caracterización florística y estructural del bosque seco Tropical del Cerro Tasajero, San José De Cúcuta (Norte de Santander), Colombia. (en línea) Actual Biol Vol. 29 (86): 55-73 pp. Consultado el 10 de Febrero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/acbi/v29n86/v29n86a05.pdf.
- Castillo M., Cueva D., Aguirre N. y Günter S., Propagación vegetativa de dos especies de la familia Podocarpaceae. Bosques latitud cero. (3). 3 – 5 pp.
- Ceja J., Espejo A., López A., García J., Mendoza A. y Pérez B., 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. (en línea) Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Consultado el 26 de Diciembre del 2012. 3 -8 pp. Disponible en: http://www.ejournal.unam.mx
- Ceja J., Mendoza A., López A., Espejo A., Pérez B., y García J., 2008. Las epífitas vasculares del estado de Hidalgo, México: diversidad y distribución. (en línea) Acta Botánica Mexicana Vol. 93:1-39 pp. Consultado el 6 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.
- Centro Integrado de Geomática Ambiental; Herbario Reinaldo Espinosa-Loja; Carrera de Ingeniería Forestal., 2006 Estado de conservación de áreas protegidas y bosques protectores de Loja y Zamora Chinchipe y perspectivas de intervención. Loja, Ecuador. 8-11 pp.

- Chassot O., Jiménez V., Hernández C., Eaton B., Brenes T., Meza V., Hernández G., Salazar M. y Lücke O., 2008. Establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo en el transecto Continental del Bosque Nuboso de Monteverde. (en línea) Consultado el 9 de Febrero del 2013. Disponible en: http://www.reservamonteverde.com/pdfs/proyecto_parcelas_permanentes_de_monitoreo_biologico_de_la_RBBNM.pdf.
- Contreras M., Pérez R., Arévalo J., Sánchez K., Jiménez L., Castillo P. e Hidalgo M., 2008. Gradientes en biodiversidad: el caso de la altitud y latitud. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. 6 pp.
- Cortez C., 2006. Variación altitudinal de la riqueza y abundancia relativa de los Anuros del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata. Ecología en Bolivia. La Paz, Bolivia., Vol. 41(1): 46-64 pp. Consultado el 4 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.bo.
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press.
- Cruz M., 2012. Plantas vasculares como agentes modificadores de ecosistemas en la Costa Patagónica. (en línea) Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires, Argentina. Consultado el 9 de febrero del 2013. Disponible en: http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_5156_Sueiro.pdf.
- Cuesta F. y Chiriboga C., 2010. Indicadores de evaluación del impacto del cambio climático sobre la biodiversidad de los países de la Comunidad Andina. Unión Internacional para la Naturaleza, oficina Sur (UICN-Sur) Secretaría General de la Comunidad Andina. Quito, Ecuador. 6 - 49 pp.
- Cuesta F., Peralvo M., y Ganzenmüller A., 2008. Posibles Efectos Del Calentamiento Global Sobre El nicho climático de algunas especies en los Andes Tropicales. CONDESAN-Proyecto Páramo Andino. University of Texas at Austin, y Eco Ciencia 15 – 39 pp.
- Cuesta F., Muriel P., Beck S., Meneses R., Halloy S., Salgado S., Ortiz E. y Becerra M. (Eds.), 2012. Biodiversidad y cambio climático en los Andes Tropicales. Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación. Red Gloria-Andes, Lima-Quito. 180 p.

- Cuesta F., Peralvo M. y Valarezo N., 2009. Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Iniciativa Regional de Estudios Ambientales Andinos. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático. Becerra M., Medina G., Sierra R., Tobon C. y Valencia R. (Eds.) CONDESAN. Serie Investigación y Sistematización. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION. Quito.
- Cuesta, F., Becerra, M.T., Bustamante, M., Maldonado, G., Devenish, C., Quiñonez, LL., 2012. Indicadores para evaluar y monitorear el estado de la biodiversidad en los Andes Tropicales en el contexto de cambio climático - Propuesta metodológica para los países de la Comunidad Andina. SGCAN, CONDESAN, INTERCOOPERATION, UICN-Sur, Lima-Quito.
- Cuvi M. y Caranqui J., 2010. Estudio de la diversidad florística a diferente gradiente altitudinal en el Bosque Montano Alto Llucud, cantón Chambo, provincia de Chimborazo.(en línea)Tesis Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba, Ecuador. 6 p.
- De los Santos M. y Zapperi P. 2009. El Cambio Climático y sus Implicancias Territoriales en Machachi: Estudio de la Salud y sus Posibles relaciones con el Cambio Climático. Quito, Ecuador.
- Delgado T. y Suárez D., 2009. Efectos del cambio climático en la diversidad vegetal del corredor de conservación comunitaria Reserva Ecológica El Ángel- Bosque Protector Golondrinas en el norte del Ecuador. (en línea) Ecología Aplicada. Vol. 8 (2). Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. 10 p. Consultado el 22 de Diciembre del 2012. Disponible en: http://www.scielo.org.
- Di Rienzo J., Casanoves F., Balzarini M., González L., Tablada M., Robledo C., 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 336 p.
- Díaz M., 2009. Orquídeas terrestres como indicadoras de calidad ambiental en fragmentos de bosque mesófilo de montaña. (en línea)Tesis previa a la obtención de título de Maestro en Ciencias. Xalapa, Veracruz, México. 10-38 pp. Consultado el 15 de Diciembre del 2012. Disponible en: http//www.inecol.edu.mx
- Duque, Á., J. Cavelier and A. Posada, 2003. Strategies of tree occupation at a local scale in terra firme forests in the Colombian Amazon. Biotropical Vol. 35(1): 20-27 pp.

- Duque, Á., M. Sanchez, J. Cavelier and J.F. Duivenvoorden. 2002. Different floristic patterns of woody understorey canopy plants in Colombian Amazonia. Journal of Tropical Ecology Vol. 18 (4): 499–525 pp.
- Eguiguren P. y Ojeda T., 2009. Diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador, 104 p.
- Eguiguren P., Ojeda T. y Aguirre N., 2010. Diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático. Proyecto MICCAMBIO, Universidad Nacional de Loja. 14 p.
- Espinosa R., 1997. Estudios botánicos en el sur del Ecuador (segunda edición). Loja: Herbario Loja y Universidad de Aarhus.
- Estébanez B., Draper I., Díaz de Atuari J. y Medina R., 2011. Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. (en línea) Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. 9 p. Consultado el 14 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.rshh.geo.ucm.es
- Estrata M., 2001. Cambio Climático Global: causas y consecuencias. Revista de información y análisis. Vol. 1(16) 11 p.
- Fernández F., Loidi J. y Moreno J., 2005. Impactos sobre la biodiversidad vegetal. Biodiversidad Vegetal. 66 p.
- Fernández J., 2010. Algunos patrones de distribución y endemismo en plantas vasculares de los páramos de Colombia. 2113 – 225 pp.
- Fonticiella D., 2010. Cambio climático y su influencia en la biodiversidad. (en línea) REDVET Revista electrónica de Veterinaria, Vol. 11 (3). Redalyc: Sistema de Información Científica. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Veterinaria Organización España 1-9 pp. Consultado el 15 de Noviembre del 2012. Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=63613140074.
- Gabaldon A., 2008. El cambio climático y sus posibles efectos sobre Venezuela. Universidad Simón Bolívar. Vol. 3 (4). 13 -32 pp.
- Galindo R. Betancur J. y Cadena J., 2003. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá-Alto Río Fonce, Cordillera Oriental Colombiana. Vol. 25(2), 313-335 pp.

- Gálvez J., Rosillo J., Pérez G., Gándara A., Monterroso O. y Maas R., 2011. Cambio climático y biodiversidad. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). Universidad Rafael Landivar, Guatemala. 9 – 39 pp.
- García D., 2002. Distribución espacial de bosques mixtos en la Sierra Madre Oriental, México. Tesis de Maestría previa a la Obtención de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Nuevo León, México. 104 p.
- García J. y Toledo T., 2004. Epífitas Vasculares: bromelias y orquídeas. 13 p.
- García J., 1996. Distribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. (en línea).Acta Botánica Mexicana. Núm. 37. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México. Red Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 1-9 pp.
- Giraldo D., 2010. Distribución e invasión de Gramíneas c3 y c4 (Poaceae) en un gradiente altitudinal de los Andes de Colombia. (en línea) Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Caldasia, Vol. 32(1):65-86 pp. Consultado el 6 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia.htm.
- Gitay H., Suárez A., Dokken D. y Watson R., 2002. Cambio climático y biodiversidad. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. OMM- WMO y PNUMA-UNEP. 93 p.
- Gómez J., 2010. Comparación florística de epífitas vasculares entre un bosque mesófilo de montaña y un acahula en el Municipio Tlalnelhuayocan, Veracruz. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología.
- Gómez L., Galicia L. y Aguilar R., 2008. Sensibilidad de grupos funcionales al cambio climático en la Sierra Norte de Oaxaca, México. (en línea) Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM (67): 76 - 100 pp. Consultado el 17 de Febrero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n67/n67a6.pdf.
- Gonzales J., y Pardo J., 2013. Dinámica Poblacional del Bosque Nativo de la Quinta Experimental “El Padmi”, de la Universidad Nacional De Loja, Provincia De Zamora Chinchipe. Tesis Previa a la Obtención del Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 178 p.

- González M., Jurado E., González S., Aguirre O., Jiménez J. y Navar J., 2003. Cambio climático global: origen y consecuencias. Ciencia UANL, Vol. 6 (3). Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 377-385 pp.
- Granados J., López G., Ríos G., Hernández M. y Sánchez A., 2004. Ecología de las Plantas Epífitas. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente Vol. 9(2): 101-111 pp.
- Guerrero T. 2002. El reto histórico de Loja. Loja: Consejo Nacional de Cultura – Casa de la Cultura Ecuatoriana núcleo de Loja.
- Gutiérrez P., 2007. Efectos del Cambio Climático Global sobre la Biodiversidad. Catedrático de ecofisiología y bioenergética, Universidad Autónoma de Querétaro. México. Derecho Ambiental y Ecología. 18 p.
- Guzmán P. y Salinas L., 2010. Patrones de diversidad florística en función de la gradiente altitudinal de los páramos del Parque Nacional Podocarpus. (en línea) 15 p. Consultado el 14 de septiembre del 2012. Disponible en: http//www.unl.edu.ec.
- Herce M., 2001. Instrumentos de transformación del espacio urbano; presencia y operatividad en América Latina», en Carrión, Fernando (ed.). La ciudad construida, urbanismo en América Latina. Quito: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO.
- Hernández J., 2000. Patrones de Distribución de las epífitas vasculares y arquitectura de los forofitos de un bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, Edo. Amazonas, Venezuela. (en línea) Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. U.C.V. Vol. 20 (3): 43- 60 pp. Consultado el 25 de Diciembre del 2012. Disponible en: http://ciens.uvc.ve
- Hernández J., 2001. Ocupación de los portadores por Epífitas Vasculares en un bosque húmedo tropical Alto Orinoco, Edo. Amazonas, Venezuela. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Vol. 52 (4). 292-303 pp.
- Herranz J., Copete M. y Perrandis P., 2004. Posibles Efectos del Cambio Climático sobre las Especies Vegetales en Castilla- La Mancha. 26 p.
- Herzog S., Martinez R., Jørgensen P. y Tiessen H., (Eds.) 2012. Cambio climático y biodiversidad en los Andes Tropicales. La Rosa – Editorial. Instituto Iberoamericano para la Investigación del Cambio Global (AIA), São José de Campos, y Comité Científico sobre problemas del Medio Ambiente (SCOPE), París, Italia. 426 p.
- Herzog, S., Jørgensen P. Martínez R., Martius C., Anderson E., Hole D., Larsen T., Marengo J., Ruiz d., Tiessen H., 2010. Efectos del cambio climático en la biodiversidad de los Andes

tropicales: el estado del conocimiento científico. Resumen para tomadores de decisiones y responsables de la formulación de políticas públicas. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), São José dos Campos, Brasil. 32 p.

- Higuera D., 2003. Diversidad y distribución vertical de epífitas vasculares en árboles de dosel de la isla Mocagua, Amazonía colombiana. (en línea) Tesis previa a obtención de título de Biólogo. Instituto de Ciencias Naturales. Departamento de Biología. Bogotá DC. Colombia. Consultado el 28 de Enero del 2012. Disponible en: http://eee.academia.edu.co
- Hofstede R., 2002. Los Páramos Andinos; su diversidad, sus habitantes, sus problemas y sus perspectivas. Un breve diagnóstico regional del estado de conservación de los páramos. Memorias Tomo II. Congreso mundial de Páramos. 25 pp. Ingeniería Forestal. Panam. Sur km. 1.5, Riobamba – Ecuador. Consultado el 24 de Noviembre del 2012. Disponible en:http://www.espoch.edu.ec.
- Hood L., 2010. La biodiversidad en el planeta. Revista SciVen, Santiago de Chile, Chile. 25 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Cambio Climático: Resumen del Informe de Evaluación. 139 p. Consultado el 26 de Diciembre del 2012. Disponible en: www.comunidadandina.org.
- Jiménez M., 2009. Resiliencia de los ecosistemas naturales terrestres de Costa Rica al cambio climático. Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de: Magister en Ciencias en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación. Escuela de Posgrado CATIE. Turrialba, Costa Rica. 155 p.
- Johansson, D. R. 1974. Ecology of the vascular epiphytes in West African rainforest. Acta Phytogeographica Suecia, 59: 1–129.
- Jørgensen P., Ulloa C. y Maldonado C., 2006. Riqueza de plantas vasculares. Botánica Económia de los Andes Centrales. Moraes M., Øllgaard L., Kvist P., Borchsenius F. y Balslev H. (Eds.) Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 37-50 p.
- Jorgensen P., Valencia R., Pitman N., y León S., (eds.) 2000. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA. Pontifica Universidad católica del Ecuador, Quito. Quito, Ecuador.

- Kessler M., Grytnes J., Halloy S., Kluge J., Kröme T., León B., Macía M. y Young K. (Eds), 2012. Gradientes de diversidad vegetal: Patrones y procesos locales. (en línea) Consultado el 28 de Diciembre del 2012. Disponible en: http://www.aia.int.com
- Koleff P., Soberón J., et al. 2008. Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. (en línea) 323-364 pp. Consultado el 27 de febrero del 2013. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/v_ingles/country/pdf/CapNatMex/Vol%20I/I12_Patronesdiv.pdf
- Krömer T., Gradstein R. y Acebey A., 2007. Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. (en línea) Ecología en Bolivia, Vol. 42(1): 23- . Consultado el 6 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.bo.
- Ledo A., Condes S. y Montes F., 2012. Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM Rev. Perú. Biol. 19 (1): 113 – 124 p.
- León S., Valencia R., Pitman N., Endara L., Ulloa C y Navarrete H., (eds.). 2011. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- León-Yánez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa Ulloa& H. Navarrete (eds.). 2011. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición. (en línea) Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Consultado el 22 de Diciembre del 2012. Disponible en: http://gesneriads.ua.edu/pdf/Gesneriaceae_%20Libro%20Rojo%20Ecuador%202011.pdf.
- Linares E., 1999. Diversidad y distribución de Epífitas Vasculares en un gradiente latitudinal en San Francisco, Cundinamarca. (en línea) Revista Académica Colombiana Ciencia., 23 (Suplemento Especia): 133 - 139 pp. Consultado el 18 de Diciembre del 2012. Disponible en: http://www.accefyn.org.co
- Llosa J., Pajares e. y Toro O. (Eds.), 2009. Cambio climático, crisis del agua y adaptación en las montañas andinas. Reflexión, denuncia y propuesta desde los Andes. Lima: DESCO: Red Ambiental Peruana, 392 p.
- López W. y Duque A., 2009. Patrones de diversidad alfa en tres fragmentos de bosques montanos en la región norte de los Andes, Colombia. (en línea) Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop.

Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 58 (1): 483 - 498 pp. Consultado el 19 de Febrero del 2013. Disponible en: http://www.biologiatropical.ucr.ac.cr/attachments/volumes/vol58-1/34-Lopez-diversidad-bosques-andes-colombia.pdf

- López G., Ramírez Y. y Zamora Y., 2012. Evaluación de la diversidad florística en cuatro bosques de la zona amortiguadora del Parque Nacional natural los Nevados. (en línea) Investigación en Biodiversidad y dinámica de ecosistemas Forestales. Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal. Boletín Científico Centro de Museos de Historia Natural. bol.cient.mus.hist.nat. Vol. 16 (1): 41 – 59 pp. Consultado el 3 de marzo del 2013. Disponible en: http://200.21.104.25/boletincientifico/downloads/Boletin(16)1_4.pdf.
- Lozano M., Caballero M. y Ortega B., 2007. Evidencia del impacto humano y cambio climático natural en la región de los Tuxtlas: un enfoque multidisciplinario. (en línea) Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, Vol. 10 (2). Universidad Nacional Autónoma de México. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 49-55 pp. Consultado el 28 de Diciembre del 2012. Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=43211938001.
- Macía M., 2012. Patrones, procesos y mecanismos de diversidad, distribución y utilización de plantas vasculares en áreas tropicales. (en línea) I Jornada Científica del Departamento de Biología en la UAM. 15 pp. Consultado el 6 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.unam.es.
- Maldonado C., 2005. Patrón de distribución espacial y dinámica poblacional de Oncidium crista galli, una especie de orquídea epífita de Chiapas. (en línea) Tesis previa a la obtención el grado de Maestro en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca. Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales (Biodiversidad del Neotrópico) Santa Cruz, Oaxaca. 48 p. Consultado el 26 de Enero del 2013. Disponible en: http://www .azul.bnct.ipn.mx.
- Martín E., 2011. Patrones de diversidad de plantas leñosas en el bosque españoles a diferentes escalas espaciales: Efecto de las perturbaciones selvícolas y otros factores ambientales y de paisaje. Investigación Forestal Avanzada. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 195 p.

- Martínez N., Pérez M. y Flores A., 2008. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. (en línea) Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 56 (4): 2069-2086 pp. Consultado el 10 de Febrero del 2013. Disponible en: http://www.latindex.ucr.ac.cr/rbt-56-4/37-Martinez-Epifitas.pdf
- Master L., Faber-Langendoen D., Bittman R., Hammerson G., Heidel B., Ramsay L., Snow K., Teucher A., y Tomaino A.. 2012. NatureServe Conservation Status Assessments: Factors for Evaluating Species and Ecosystem Risk. NatureServe, Arlington, VA. 76 p.
- Mazzola M., Kin A., Morici E., Babinec F., y Tamborini G., 2008. Efecto de la gradiente altitudinal sobre las sierras de Lihue Calel (La Pampa, Argentina) (en línea) Bol. Soc. Argent. Bot. Vol. 43 (1-2): 103 – 119 p. Consultado el 6 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.ar
- Mena P., 2005. La biodiversidad de los páramos en el Ecuador. (en línea) 16 p. Consultado el 25 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.banrepcultural.org.
- Mendoza H., 2012. Patrones de riqueza específica de las familias Melastomataceae y Rubiaceae en la cordillera oriental, Colombia, norte de los andes y consideraciones para la conservación. (en línea) Bogotá, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". Colombia Forestal Vol. 15(1): 5 – 54 pp. Consultado el 6 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.co.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Mondragón D., Villa D., Escobedo G. y Franco A., 2006. La riqueza de bromelias epífitas a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. Vol. 4 (2) 13 p.
- Montañez R., Escudero C. y Duque A., 2010. Patrones de Distribución Espacial de Especies Arbóreas en Bosques de Alta Montaña del Departamento de Antioquia, Colombia. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 63(2): 5629-5638 pp.
- Morales T., 2009 Musgos (Bryophyta) del Parque Nacional Ávila, sectores cerro El Ávila – Lagunazo, Venezuela. (en línea) Caldasia Vol. 31(2): 251-267 pp. Consultado el 6 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia.htm.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 p.

- Moya M., Hernández A. y Elizalde H., 2005. Los humedales ante el cambio climático. Investigaciones Geográficas, Vol. 1 (3) Universidad de Alicante, España. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 127-132 p. Consultado el 20 de Diciembre del 2012. Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=17612746005.
- Murillo L., 2002. Medición de Biodiversidad Alfa y Beta en dos Tipos de Vegetación del Parque Nacional Montecristo, El Salvador. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado Académico de Licenciatura. Honduras 38 pp.
- Naranjo E. y Ramírez T., 2009. Composición Florística, Estructura y Estado de Conservación del Bosque Nativo de la Quinta El Padmi, Provincia de Zamora Chinchipe. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja, Loja Ecuador. 235 p.
- Ñique, M. 2010. Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 17 p.
- Ocampo, J. y Duque, V. ,1983. Planificación de un área de educación ambiental y recreación en la quinta La Argelia, de la Universidad Nacional de Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Loja: Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional de Loja
- Odum E. y Sarmiento F., 1998. Ecología El puente entre Ciencia y Sociedad. México
- Organización Mundial de la Salud – Programan de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente OMS – PNUMA, 2003. Impactos del Cambio Climático sobre la Salud Humana: Seminario de Salud y Medio Ambiente. Organización Mundial de la Salud, Organización Meteorológica Mundial, y el Programa de las Naciones Unidad para el medio Ambiente. 40 p.
- Padilla E., Cuevas R. y Koch S., 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del arroyo agua fría, Municipio de Minatitlán, Colima, México. (en línea) Acta Botánica Mexicana Vol. 84: 25-72 p. Consultado el 28 de Diciembre del 2012. Disponible en: http://www.scielo.org.mx.
- Padilla E., Cuevas R. y Koch S., 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del arroyo agua fría, Municipio de Minatitlán, Colima, México. (en línea) Acta Botánica Mexicana 84: 25-72 pp. Consultado el 32 de febrero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n84/n84a4.pdf.

- Pascual J., 2003. La pérdida de la biodiversidad. España 14 p.
- Pauli H., Gottfried M., Hohenwallner D., Reiter K. y Grabherr G., 2003. Manual para el trabajo de Campo del Proyecto GLORIA. (en línea) Instituto de Ecología y Conservación Biológica. Universidad de Viena. Disponible en: http://www.gloria.ac.at
- Pausas J., 2007. Los creadores del clima. (en línea) Revista Ecosistemas, vol. 16 (3) 2 p. Asociación Española de Ecología Terrestre Alicante, España. Red Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 186 p. Consultado el 17 de Octubre del 2012. Disponible en: http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=54016321.
- Pineda M., Sánchez L., Noa J., Flores N., Díaz F., Iglesias L., Ortiz G., Vázquez G. y Vásquez G., 2007. Adaptación de la biodiversidad y cambio climático. Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada de la Universidad Veracruzana.
- Prodan M., Peters F., Cox F., y Real P., 1997. Mensura Forestal. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 22-25 pp.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2010. Perspectivas del Medio Ambiente para América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá. 12 p.
- Protocolo de Manejo de Colecciones de Plantas Vasculares Proyecto "Desarrollando Capacidades Compartiendo Tecnología para la Gestión de la Biodiversidad en Centroamérica", 2008. Instituto Nacional de Biodiversidad. (en línea). Consultado el 9 de Febrero del 2013. Disponible en: http://www.inbio.ac.cr/web_herbarios/web/pdf/protocolo-vasculares.pdf.
- Quintana D., 2005. Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en un bosque amazónico preandino del sector del Río Hondo, Área Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz, Bolivia) (en línea) Revista Ecología en Bolivia, Vol. 40(3): 418 - 442pp. Consultado el 8 de Febrero del 2013. Disponible en: http://www.ibcperu.org/doc/isis/9840.pdf.
- Rodríguez M., 2011. Estudio de la diversidad florística a diferentes altitudes en el páramo de almohadillas de la comunidad Yatzaputzán, Cantón Ambato. (en línea) Tesis previa a la obtención de título de Ingeniera Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba, Ecuador. Consultado el 23 de febrero del 2013. Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/741/1/33T0081%20Rodr%C3%ADguez%20Marcela.pdf

- Romero J., Espejo A., López A., García J., Mendoza A., Pérez B., 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. Revista Ciencias, Departamento de Biología. 35 - 41 pp.
- Salinas K. y Ventimilla D., 2010. Patrones de diversidad de anuros en el ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 70 p.
- San Martín J., Espinosa A., Zanetti S., Hauenstein E., Ojeda N., y Arriagada C., 2008. Composición y estructura de la vegetación epífita vascular en un bosque primario de Olivillo (Aextoxicon punctatum R. et P.) en el sur de Chile. (en línea) Asociación Argentina de Ecología. Departamento de Ciencias Forestales, Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile. Ecología Austral Vol.18:1-11 pp. Consultado el 28 de Diciembre del 2012. Disponible en: http://www.scielo.org.ar.
- Sánchez A., López L. y Vibrans H., 2006. Composición y patrones de distribución geográfica de la flora en el bosque de Oyamel del cerro Tláloc, México. (en línea) Boletín de Sociedad Botánica de México, Distrito Federal de México, México. Red de revistas Científicas de América Latinay el Caribe, España y Portugal. (79) 67 – 78 pp. Consultado el 27 de febrero del 2013. Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/pdf/577/57707907.pdf
- Sánchez O y Rosales C. 2002. Dinámica poblacional en el bosque nublado del parque nacional Podocarpus, sector Cajanuma. Tesis previa a la obtención del título de ingeniero forestal. Universidad nacional de Loja. Loja, Ecuador. 68 pp.
- Santa N., García T. y Gómez G., 2009. Estructura y composición de la comunidad de orquídeas en dos zonas de la Reserva Natural "La Montaña del Ocaso" Quimbaya-Quindío. (en línea) Maestría en Biología Vegetal, Universidad del Quindìo, Avenida Bolívar calle 12 norte Armenia Quindìo. Consultado el 10 de febrero del 2013. Disponible en: http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/ee33_n1914.pdf .
- Searle J. y Rovira J., 2004. Cambio climático y efectos en la Biodiversidad: el caso chileno. 4 p.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3., 2010 Canadá, 94 p.

- Solano E. Feo O., Beingolea L., Aparicio M., Villagra M., Prieto M.J., García J., Jiménez P., Betancourt O., Aguilar M, Beckmann J., Gastañaga M., Llanos A., Osorio A., y Silveti R., 2009. Cambio Climático y Salud en la Región Andina. SIMPOSIO: Salud Ambiental. 200 p.
- Staines F., 2008. Cambio Climático: interpretando el pasado para entender el presente. Revista Ciencia Ergo Sum. Vol. 14 (3) Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 8 p.
- Suarez del Moral P. y Chacón E., 2011. Modelo espacial de distribución del ecotono bosque-páramo en los andes venezolanos. ubicación potencial y escenarios de cambio climático. (en línea) Sociedad Venezolana de Ecología. Ecotrópicos Vol. 24(1):3-25 pp. Consultado el 10 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.ecotropicos.saber.ula.ve.
- Triana L., Garzón N., Sánchez J., Vargas O., 2003. Epífitas vasculares como indicadores de regeneración en bosques intervenidos de la Amazonía Colombiana.(en línea) Vol. 8 (2). 12 p. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.10 pp. Consultado el 6 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.scienti.colciencia.gov.co
- Ulbrich P., 2011. Patrones de diversidad de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el bosque lluvioso Valdiviano de Sudamérica: una síntesis entre los años 2000 y 2010. (en línea) Revista Internacional de Botánica Experimental. ϕYTON. Laboratorio de Planificación Territorial, Escuela de Ciencias Ambientales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Casilla, Temuco, Chile. (80) 9-18 pp. Consultado el 6 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar
- UNESCO. Trad. José Martínez.,1977. Actividades de educación ambiental para escuelas primarias. Santiago de Chile, CHI. 122p.
- Valarezo, C. 2004. Características, distribución, clasificación y capacidad de uso de los suelos en la región amazónica ecuatoriana -RAE-. Universidad Nacional de Loja – Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios. 201 p.
- Valencia, R, N. Pitman, S. León –Yánez & P.M. Jorgensen (eds.) 2000. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA. Pontifica Universidad católica del Ecuador, Quito. Quito, Ecuador.

- Vallejo M., Londoño A., López R., Galeano G., Álvarez E. y Devia W., 2005. Establecimiento de parcelas permanentes en Bosques de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. (1). 310 p.
- Van den Berg E., 2009. La flora alpina asciende hacia las cimas a causa del calor. (en línea) revista National Geographic España. Consultado el 15 de Noviembre del 2012. Disponible en: http://www.nationalgeographic.com.es/articulo/ng_magazine/actualidad/7401/flora_alpina_asciende_hacia_las_cimas_causa_del_calor.html.
- Viccon J., 2009. Riqueza y composición florística de las epífitas vasculares del Bosque Mesófilo de Montaña de las localidades, de Atzalán y Zongolica, Veracruz. Xalapa, Veracruz. Universidad Veraccruzana. Facultad de Biología.
- Victoria N., 2009. Distribución de epífitas vasculares a lo largo de un gradiente altitudinal en santa Catarina Ixtepejí, Oaxaca. (en línea) Tesis previa a la obtención de grado de Maestro en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca. Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. (Biodiversidad Del Neotrópico) Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. Consultado el 26 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.ciidiroaxcan.ipn.mx.
- Villar L. y Benito L., 2012. El calentamiento global deja sin espacio a la flora que habita en las cumbres de Europa. Revista PIRINEO. IPE-CSIC de Jaca, Pirineos y Sierra Nevada. 2 p.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba F., Escobar G., Fagua F., Gast H., Mendoza M. y Ospina Y A.M. Umaña., 2006 2º edición. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. (en línea) Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p. Consultado el 10 de Febrero del 2013. Disponible en: http://www.sib.gov.ar/archivos/IAVH-00288.pdf.
- Villers L., Arizpe N., Orellana R., Conde C. y Hernández J., 2009. Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. Vol. 34 (5). 322 – 329 pp.
- Vries T. y Jaramillo J., 2004. Nuestra Ciencia. Quito, Ecuador. 3 p
- Wolf, J. y Santiago T., 1998. Diversidad de epífitas vasculares en un paisaje fragmentado en los Altos de Chiapas, Chiapas, México. (en línea) El Colegio de la Frontera Sur. Informe final

SNIB-CONABIO proyecto No. B060. México, D.F. 18 pp. Consultado el 28 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.canobio.gob.mx.

- Yunuhé Z. y Castillo R., 2010. Comunidades vegetales templadas de la sierra Juárez, Oaxaca: pisos altitudinales y sus posibles implicaciones ante el cambio climático (en línea) Revista Ecología. Bol.Soc.Bot.Méx. Vol. 87: 13-28 pp. Consultado el 18 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.scielo.org.mx.

9. ANEXOS

Anexo 1 Ficha de campo de registro de parámetros ecológicos de árboles en los ecosistemas de estudio.

Ecosistema:……N° Parcela:…..… Fecha: Año:……Mes:……..…Día……..

Coordenadas de la Subparcela: Punto 1Lat.:…… Long:…….

Punto 2Lat.:…… Long:…….

Punto 3Lat.:…… Long:…….

Punto 4Lat.:…… Long:…….

Orientación:…… Pendiente:…… Altitud (msnm):……msnm

Id	Código	CAP (cm)	Altura (m)	Diámetro Copa		Distancia		Distancia Vecino + Cercano	Código Vecino + Cercano	Código de Muestra	Familia	Especie	Observaciones
				Mayor N-S	Menor E-O	X	Y						

Anexo 2. Ficha de campo de registro de parámetros ecológicos de arbustos y herbáceas en los ecosistemas de estudio.

Ecosistema:……..…N° Subparcela:…….Fecha: Año:……..…Mes:……..…Día……..
Coordenadas de la Subparcela: Punto 1Lat.:…… Long:…….
Punto 2Lat.:…… Long:…….
Punto 3Lat.:…… Long:…….
Punto 4Lat.:…… Long:…….
Orientación:…… Pendiente:…… Altitud

Id	Código	N° Ind.	Código de Muestra	Referencia de la especie	Código de Foto	Observaciones

Anexo 3. Parámetros ecológicos de las especies de árboles de los ecosistemas de estudio.

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/Ha	DR%	DAP(m)	AB m²	DomR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
1	BsAn02	23	*Aetanthus nodosus (Desr.) Engl.*	2	50	3.57	0.32	0.08	1.29	66.67	71.53	0.04	3.33	0.12
2	BsAn02	23	*Clethra revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng*	2	50	3.57	0.28	0.06	0.99	66.67	71.23	0.04	3.33	0.12
3	BsAn02	23	*Clusia elliptica Kunth*	1	25	1.79	0.11	0.01	0.16	66.67	68.61	0.02	4.03	0.07
4	BsAn02	23	*Critoniopsis pycnantha (Benth.) H. Rob.*	1	25	1.79	0.12	0.01	0.18	66.67	68.63	0.02	4.03	0.07
5	BsAn02	23	*Gaiadendron punctatum (Ruiz & Pav.) G. Don*	3	75	5.36	0.81	0.52	8.54	66.67	80.57	0.05	2.93	0.16
6	BsAn02	23	*Geissanthus vanderwerffii Pipoly*	1	25	1.79	0.22	0.04	0.64	66.67	69.10	0.02	4.03	0.07
7	BsAn02	23	*Gordonia fruticosa (Schrad.) H. Keng*	6	150	10.71	1.37	1.46	24.18	100.00	134.90	0.11	2.23	0.24
8	BsAn02	23	*Hedyosmum racemosum (Ruiz & Pav.) G. Don*	3	75	5.36	0.62	0.30	4.94	33.33	43.64	0.05	2.93	0.16
9	BsAn02	23	*Hyeronima macrocarpa Müll. Arg.*	1	25	1.79	0.17	0.02	0.37	66.67	68.82	0.02	4.03	0.07
10	BsAn02	23	*Ilex rupicola Kunth.*	1	25	1.79	0.15	0.02	0.28	66.67	68.73	0.02	4.03	0.07
11	BsAn02	23	*Ilex sp*	2	50	3.57	0.71	0.40	6.59	33.33	43.50	0.04	3.33	0.12
12	BsAn02	23	*Ilex sp 3*	1	25	1.79	0.18	0.02	0.41	66.67	68.86	0.02	4.03	0.07
13	BsAn02	23	*Ilex sp2*	1	25	1.79	0.12	0.01	0.20	33.33	35.32	0.02	4.03	0.07
14	BsAn02	23	*Ilex sp4*	1	25	1.79	0.20	0.03	0.51	100.00	102.29	0.02	4.03	0.07
15	BsAn02	23	*Ilex sp5*	1	25	1.79	0.13	0.01	0.23	33.33	35.35	0.02	4.03	0.07
16	BsAn02	23	*Ilex weberlingii Loizeau & Spichiger*	3	75	5.36	0.50	0.19	3.20	33.33	41.89	0.05	2.93	0.16
17	BsAn02	23	*Meriania furvanthera Wurdack*	2	50	3.57	0.28	0.06	1.02	66.67	71.26	0.04	3.33	0.12
18	BsAn02	23	*Miconia sp*	1	25	1.79	0.13	0.01	0.23	100.00	102.02	0.02	4.03	0.07
19	BsAn02	23	*Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.*	4	100	7.14	0.63	0.31	5.15	100.00	112.29	0.07	2.64	0.19
20	BsAn02	23	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	1	25	1.79	0.14	0.02	0.25	100.00	102.04	0.02	4.03	0.07
21	BsAn02	23	*Nectandra laurel Nees.*	1	25	1.79	0.18	0.03	0.43	100.00	102.21	0.02	4.03	0.07
22	BsAn02	23	*Palicourea angustifolia Kunth*	1	25	1.79	0.13	0.01	0.22	66.67	68.67	0.02	4.03	0.07
23	BsAn02	23	*Palicourea heterochroma K. Schum. & K. Krause*	1	25	1.79	0.12	0.01	0.19	33.33	35.31	0.02	4.03	0.07
24	BsAn02	23	*Pentacalia theifolia (Benth.) Cuatrec.*	1	25	1.79	0.28	0.06	1.02	33.33	36.14	0.02	4.03	0.07
25	BsAn02	23	*Symplocos canescens B. Ståhl*	4	100	7.14	0.63	0.32	5.20	100.00	112.35	0.07	2.64	0.19
26	BsAn02	23	*Symplocos fuscata B. Ståhl*	1	25	1.79	0.18	0.03	0.44	33.33	35.56	0.02	4.03	0.07
27	BsAn02	23	*Weinmannia elliptica Kunth*	4	100	7.14	1.15	1.03	17.03	33.33	57.50	0.07	2.64	0.19
28	BsAn02	23	*Weinmannia pubescens Kunth*	5	125	8.93	1.11	0.97	16.10	100.00	125.02	0.09	2.42	0.22
Total				56	1400	100	10.97	6.06	100			1.00	99.08	3.12

Anexo 3. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/Ha	DR%	DAP(m)	AB m²	DomR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
1	BsAn02	24	Clethra revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng	1	25	2.44	0.13	0.01	0.25	66.67	69.36	0.02	3.71	0.09
2	BsAn02	24	Clusia elliptica Kunth	1	25	2.44	0.25	0.05	0.87	66.67	69.97	0.02	3.71	0.09
3	BsAn02	24	Critoniopsis pycnantha (Benth.) H. Rob.	1	25	2.44	0.13	0.01	0.25	66.67	69.36	0.02	3.71	0.09
4	BsAn02	24	Dicksonia sellowiana Hook	7	175	17.07	0.97	0.74	13.27	66.67	97.01	0.17	1.77	0.30
5	BsAn02	24	Gordonia fruticosa (Schrad.) H. Keng	2	50	4.88	0.47	0.17	3.08	100.00	107.96	0.05	3.02	0.15
6	BsAn02	24	Hedyosmum purpurascens Todzia.	1	25	2.44	0.30	0.07	1.29	33.33	37.06	0.02	3.71	0.09
7	BsAn02	24	Ilex rupicola Kunth.	1	25	2.44	0.21	0.04	0.64	66.67	69.75	0.02	3.71	0.09
8	BsAn02	24	Ilex sp4	1	25	2.44	0.14	0.02	0.29	100.00	102.73	0.02	3.71	0.09
9	BsAn02	24	Ilex sp6	1	25	2.44	0.37	0.11	1.95	33.33	37.72	0.02	3.71	0.09
10	BsAn02	24	Miconia caelata (Bonpl.) DC.	1	25	2.44	0.15	0.02	0.30	33.33	36.07	0.02	3.71	0.09
11	BsAn02	24	Miconia sp	1	25	2.44	0.15	0.02	0.32	100.00	102.75	0.02	3.71	0.09
12	BsAn02	24	Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.	3	75	7.32	0.48	0.18	3.29	100.00	110.61	0.07	2.61	0.19
13	BsAn02	24	Miconia tinifolia Naudin	1	25	2.44	0.10	0.01	0.14	33.33	35.91	0.02	3.71	0.09
14	BsAn02	24	Myrcia sp	1	25	2.44	0.11	0.01	0.16	33.33	35.93	0.02	3.71	0.09
15	BsAn02	24	Myrsine andina (Mez.) Pipoly.	1	25	2.44	0.13	0.01	0.24	100.00	102.68	0.02	3.71	0.09
16	BsAn02	24	Nectandra laurel Nees.	1	25	2.44	0.19	0.03	0.53	100.00	102.97	0.02	3.71	0.09
17	BsAn02	24	Sipanena muricata (Ruiz & Pav) A. D.C.	2	50	4.88	0.43	0.14	2.56	33.33	40.77	0.05	3.02	0.15
18	BsAn02	24	Symplocos canescens B. Ståhl	3	75	7.32	0.94	0.69	12.41	100.00	119.73	0.07	2.61	0.19
19	BsAn02	24	Symplocos coriacea A. DC.	1	25	2.44	0.18	0.03	0.48	66.67	69.59	0.02	3.71	0.09
20	BsAn02	24	Weinmannia pubescens Kunth	10	250	24.39	2.02	3.22	57.69	100.00	182.08	0.24	1.41	0.34
Total				41	1025	100	7.87	5.58	100			1.00	66.44	2.59
1	BsAn02	25	Aetanthus nodosus (Desr.) Engl.	1	25	2.00	0.14	0.01	0.29	66.67	68.95	0.02	3.91	0.08
2	BsAn02	25	Aiouea dubia (Kunth) Mez	1	25	2.00	0.14	0.02	0.31	33.33	35.65	0.02	3.91	0.08
3	BsAn02	25	Beilschmiedia sp	1	25	2.00	0.12	0.01	0.24	33.33	35.57	0.02	3.91	0.08
4	BsAn02	25	Dicksonia sellowiana Hook	9	225	18.00	1.37	1.46	28.51	66.67	113.18	0.18	1.71	0.31
5	BsAn02	25	Gaiadendron punctatum (Ruiz & Pav.) G. Don	1	25	2.00	0.11	0.01	0.19	66.67	68.86	0.02	3.91	0.08
6	BsAn02	25	Geissanthus vanderwerffii Pipoly	2	50	4.00	0.28	0.06	1.20	66.67	71.87	0.04	3.22	0.13
7	BsAn02	25	Gordonia fruticosa (Schrad.) H. Keng	2	50	4.00	0.41	0.13	2.62	100.00	106.62	0.04	3.22	0.13

Anexo 3. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/Ha	DR%	DAP(m)	AB m²	DomR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
8	BsAn02	25	*Gynoxys sp*	1	25	2.00	0.19	0.03	0.54	33.33	35.87	0.02	3.91	0.08
9	BsAn02	25	*Gynoxys sp2*	1	25	2.00	0.23	0.04	0.80	33.33	36.14	0.02	3.91	0.08
10	BsAn02	25	*Hyeronima macrocarpa Müll. Arg.*	1	25	2.00	0.11	0.01	0.20	66.67	68.87	0.02	3.91	0.08
11	BsAn02	25	*Ilex sp2*	1	25	2.00	0.17	0.02	0.44	66.67	69.10	0.02	3.91	0.08
12	BsAn02	25	*Ilex sp4*	3	75	6.00	0.54	0.23	4.48	100.00	110.48	0.06	2.81	0.17
13	BsAn02	25	*Meriania furvanthera Wurdack*	1	25	2.00	0.10	0.01	0.16	66.67	68.83	0.02	3.91	0.08
14	BsAn02	25	*Miconia asperrima Triana*	1	25	2.00	0.11	0.01	0.20	33.33	35.53	0.02	3.91	0.08
15	BsAn02	25	*Miconia sp*	2	50	4.00	0.57	0.25	4.91	100.00	108.91	0.04	3.22	0.13
16	BsAn02	25	*Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.*	1	25	2.00	0.22	0.04	0.74	100.00	102.74	0.02	3.91	0.08
17	BsAn02	25	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	1	25	2.00	0.14	0.02	0.31	100.00	102.31	0.02	3.91	0.08
18	BsAn02	25	*Nectandra laurel Nees.*	1	25	2.00	0.12	0.01	0.24	100.00	102.24	0.02	3.91	0.08
19	BsAn02	25	*Oreopanax sessiliflorus (Benth.) Decne. & Planch.*	2	50	4.00	0.92	0.67	13.03	33.33	50.36	0.04	3.22	0.13
20	BsAn02	25	*Palicourea angustifolia Kunth*	1	25	2.00	0.11	0.01	0.17	66.67	68.84	0.02	3.91	0.08
21	BsAn02	25	*Siparuna muricata (Ruiz & Pav.) A. DC.*	1	25	2.00	0.10	0.01	0.15	33.33	35.48	0.02	3.91	0.08
22	BsAn02	25	*Symplocos canescens B. Ståhl*	2	50	4.00	0.50	0.20	3.87	100.00	107.87	0.04	3.22	0.13
23	BsAn02	25	*Symplocos coriacea A. DC.*	2	50	4.00	0.43	0.15	2.87	66.67	73.53	0.04	3.22	0.13
24	BsAn02	25	*Ternstroemia macrocarpa Triana & Planch.*	1	25	2.00	0.18	0.03	0.50	33.33	35.84	0.02	3.91	0.08
25	BsAn02	25	*Viburnum pichinchense Benth.*	1	25	2.00	0.14	0.02	0.31	33.33	35.65	0.02	3.91	0.08
26	BsAn02	25	*Weinmannia fagaroides Kunth.*	2	50	4.00	0.57	0.26	5.02	33.33	42.35	0.04	3.22	0.13
27	BsAn02	25	*Weinmannia pubescens Kunth*	7	175	14.00	1.35	1.42	27.72	100.00	141.72	0.14	1.97	0.28
Total				50	1250	100	9.39	5.14	100			1.00	95.53	2.98
1	BsMn02	5	*Bejaria aestuans L.*	1	25	1.69	0.26	0.05	1.24	33.33	36.27	0.02	4.08	0.07
2	BsMn02	5	*Cinchona officinalis L.*	1	25	1.69	0.13	0.01	0.30	33.33	35.33	0.02	4.08	0.07
3	BsMn02	5	*Clusia flavida (Benth.) Pipoly.*	3	75	5.08	0.32	0.08	1.93	100.00	107.02	0.05	2.98	0.15
4	BsMn02	5	*Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin*	1	25	1.69	0.11	0.01	0.25	100.00	101.94	0.02	4.08	0.07
5	BsMn02	5	*Faramea coerulescens K. Schum & Krause.*	8	200	13.56	1.35	1.43	33.98	100.00	147.53	0.14	2.00	0.27
6	BsMn02	5	*Hedyosmum purpurascens Todzia.*	3	75	5.08	0.46	0.17	3.98	66.67	75.73	0.05	2.98	0.15
7	BsMn02	5	*Hyeronima macrocarpa Müll. Arg.*	1	25	1.69	0.27	0.06	1.34	66.67	69.70	0.02	4.08	0.07

Anexo 3. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/Ha	DR%	DAP(m)	AB m²	DomR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
8	BsMn02	5	*Ilex nervosa Triana*	3	75	5.08	0.52	0.21	5.07	100.00	110.16	0.05	2.98	0.15
9	BsMn02	5	*Ilex rimbachii Standl.*	4	100	6.78	0.59	0.27	6.42	66.67	79.86	0.07	2.69	0.18
10	BsMn02	5	*Ilex rupicola Kunth.*	4	100	6.78	0.45	0.16	3.78	33.33	43.89	0.07	2.69	0.18
11	BsMn02	5	*Ilex sp*	2	50	3.39	0.27	0.06	1.40	66.67	71.46	0.03	3.38	0.11
12	BsMn02	5	*Markea sp*	1	25	1.69	0.15	0.02	0.40	66.67	68.76	0.02	4.08	0.07
13	BsMn02	5	*Miconia sp3*	2	50	3.39	0.22	0.04	0.88	66.67	70.93	0.03	3.38	0.11
14	BsMn02	5	*Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.*	1	25	1.69	0.11	0.01	0.21	33.33	35.23	0.02	4.08	0.07
15	BsMn02	5	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	1	25	1.69	0.11	0.01	0.21	100.00	101.90	0.02	4.08	0.07
16	BsMn02	5	*Oreopanax sp*	2	50	3.39	0.38	0.12	2.77	100.00	106.16	0.03	3.38	0.11
17	BsMn02	5	*Palicourea heterochroma K. Schum. & K. Krause*	2	50	3.39	0.26	0.05	1.24	100.00	104.63	0.03	3.38	0.11
18	BsMn02	5	*Podocarpus oleifolius D. Don. ex Lamb.*	5	125	8.47	0.93	0.68	16.10	100.00	124.58	0.08	2.47	0.21
19	BsMn02	5	*Ruagea hirsuta (AC. DC.) Horns.*	3	75	5.08	0.54	0.23	5.41	100.00	110.50	0.05	2.98	0.15
20	BsMn02	5	*Schefflera ferruginea (Kunth) Harms.*	1	25	1.69	0.23	0.04	1.01	33.33	36.04	0.02	4.08	0.07
21	BsMn02	5	*Symplocos bogotensis Brand.*	3	75	5.08	0.51	0.20	4.86	33.33	43.28	0.05	2.98	0.15
22	BsMn02	5	*Symplocos coriacea A. DC.*	2	50	3.39	0.34	0.09	2.13	100.00	105.52	0.03	3.38	0.11
23	BsMn02	5	*Turpinia occidentalis (Sw.) G. Don*	1	25	1.69	0.24	0.04	1.04	33.33	36.07	0.02	4.08	0.07
24	BsMn02	5	*Viburnum pichinchense Benth.*	1	25	1.69	0.15	0.02	0.44	100.00	102.13	0.02	4.08	0.07
25	BsMn02	5	*Weinmannia fagaroides Kunth.*	3	75	5.08	0.44	0.15	3.62	66.67	75.37	0.05	2.98	0.15
Total				59	1475	100	9.32	4.20	100			1.00	85.42	3.02
1	BsMn02	7	*Beilschmiedia sp*	1	25	2.38	0.12	0.01	0.19	33.33	35.90	0.02	3.74	0.09
2	BsMn02	7	*Clusia flavida (Benth.) Pipoly.*	4	100	9.52	0.54	0.23	3.52	100.00	113.05	0.10	2.35	0.22
3	BsMn02	7	*Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin*	1	25	2.38	0.13	0.01	0.20	100.00	102.58	0.02	3.74	0.09
4	BsMn02	7	*Faramea coerulescens K. Schum & Krause.*	2	50	4.76	0.21	0.03	0.51	100.00	105.28	0.05	3.04	0.14
5	BsMn02	7	*Hedyosmum purpurascens Todzia.*	2	50	4.76	0.25	0.05	0.78	66.67	72.21	0.05	3.04	0.14
6	BsMn02	7	*Ilex nervosa Triana*	10	250	23.81	1.47	1.69	25.90	100.00	149.71	0.24	1.44	0.34
7	BsMn02	7	*Ilex sp*	1	25	2.38	0.24	0.04	0.69	66.67	69.73	0.02	3.74	0.09
8	BsMn02	7	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	1	25	2.38	0.13	0.01	0.20	100.00	102.59	0.02	3.74	0.09
9	BsMn02	7	*Oreopanax sp*	4	100	9.52	0.73	0.42	6.39	100.00	115.92	0.10	2.35	0.22
10	BsMn02	7	*Palicourea heterochroma K. Schum. & K. Krause*	3	75	7.14	0.34	0.09	1.37	100.00	108.51	0.07	2.64	0.19

Anexo 3. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/Ha	DR%	DAP(m)	AB m²	DomR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
11	BsMn02	7	*Podocarpus oleifolius D. Don. ex Lamb.*	5	125	11.90	2.09	3.43	52.61	100.00	164.51	0.12	2.13	0.25
12	BsMn02	7	*Ruagea hirsuta (AC. DC.) Horns.*	2	50	4.76	0.36	0.10	1.56	100.00	106.32	0.05	3.04	0.14
13	BsMn02	7	*Symplocos coriacea A. DC.*	3	75	7.14	0.51	0.20	3.08	100.00	110.22	0.07	2.64	0.19
14	BsMn02	7	*Viburnum pichinchense Benth.*	3	75	7.14	0.50	0.20	3.00	100.00	110.15	0.07	2.64	0.19
Total				42	1050	100	7.61	6.53	100			1.00	40.27	2.40
1	BsMn02	10	*Clethra fimbriata Kunth.*	2	50	4.44	0.46	0.17	5.43	33.33	43.21	0.04	3.11	0.14
2	BsMn02	10	*Clusia flavida (Benth.) Pipoly.*	1	25	2.22	0.13	0.01	0.43	100.00	102.66	0.02	3.81	0.08
3	BsMn02	10	*Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin*	6	150	13.33	0.84	0.56	18.04	100.00	131.38	0.13	2.01	0.27
4	BsMn02	10	*Dendrophorbium sp*	1	25	2.22	0.20	0.03	1.03	33.33	36.58	0.02	3.81	0.08
5	BsMn02	10	*Faramea coerulescens K. Schum & Krause.*	1	25	2.22	0.13	0.01	0.43	100.00	102.66	0.02	3.81	0.08
6	BsMn02	10	*Graffenrieda harlingii Wurdack.*	2	50	4.44	0.45	0.16	5.21	33.33	42.99	0.04	3.11	0.14
7	BsMn02	10	*Guettarda hirsuta (Ruiz & Pav.) Pers.*	2	50	4.44	0.35	0.10	3.13	33.33	40.90	0.04	3.11	0.14
8	BsMn02	10	*Hyeronima macrocarpa Müll. Arg.*	2	50	4.44	0.29	0.07	2.19	66.67	73.30	0.04	3.11	0.14
9	BsMn02	10	*Ilex nervosa Triana*	2	50	4.44	0.47	0.17	5.58	100.00	110.03	0.04	3.11	0.14
10	BsMn02	10	*Ilex rimbachii Standl.*	1	25	2.22	0.10	0.01	0.26	66.67	69.15	0.02	3.81	0.08
11	BsMn02	10	*Markea sp*	1	25	2.22	0.12	0.01	0.39	66.67	69.28	0.02	3.81	0.08
12	BsMn02	10	*Meriania sp*	3	75	6.67	0.37	0.11	3.42	33.33	43.42	0.07	2.71	0.18
13	BsMn02	10	*Miconia micropetala Cogn*	3	75	6.67	0.44	0.15	4.99	33.33	44.99	0.07	2.71	0.18
14	BsMn02	10	*Miconia sp3*	1	25	2.22	0.18	0.03	0.84	66.67	69.73	0.02	3.81	0.08
15	BsMn02	10	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	3	75	6.67	0.37	0.11	3.54	100.00	110.20	0.07	2.71	0.18
16	BsMn02	10	*Nectandra laurel Nees.*	1	25	2.22	0.12	0.01	0.39	33.33	35.95	0.02	3.81	0.08
17	BsMn02	10	*Oreopanax sp*	1	25	2.22	0.10	0.01	0.26	100.00	102.49	0.02	3.81	0.08
18	BsMn02	10	*Palicourea heterochroma K. Schum. & K. Krause*	1	25	2.22	0.12	0.01	0.35	100.00	102.58	0.02	3.81	0.08
19	BsMn02	10	*Panopsis multiflora (Schott ex Spreng.) Ducke*	1	25	2.22	0.13	0.01	0.43	33.33	35.99	0.02	3.81	0.08
20	BsMn02	10	*Podocarpus oleifolius D. Don. ex Lamb.*	2	50	4.44	0.99	0.76	24.82	100.00	129.26	0.04	3.11	0.14
21	BsMn02	10	*Prunus opaca (Benth.) Walp.*	2	50	4.44	0.62	0.30	9.82	33.33	47.60	0.04	3.11	0.14
22	BsMn02	10	*Ruagea hirsuta (AC. DC.) Horns.*	1	25	2.22	0.11	0.01	0.30	100.00	102.52	0.02	3.81	0.08
23	BsMn02	10	*Symplocos coriacea A. DC.*	2	50	4.44	0.46	0.17	5.43	100.00	109.87	0.04	3.11	0.14
24	BsMn02	10	*Viburnum pichinchense Benth.*	1	25	2.22	0.13	0.01	0.43	100.00	102.66	0.02	3.81	0.08

Anexo 3. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/Ha	DR%	DAP(m)	AB m²	DomR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
25	BsMn02	10	*Weinmannia fagaroides Kunth.*	2	50	4.44	0.33	0.09	2.85	66.67	73.96	0.04	3.11	0.14
Total				45	1125	100	8.03	3.08	100			1.00	83.84	3.07
1	BsPa02	15	*Albizia sp*	1	25	4.55	0.45	0.16	6.01	33.33	48.44	0.05	3.09	0.14
2	BsPa02	15	*Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.*	2	50	9.09	0.55	0.24	9.05	66.67	98.44	0.09	2.40	0.22
3	BsPa02	15	*Aparisthmium cordatum (A. Juss.) Baill.*	5	125	22.73	1.45	1.64	61.93	100.00	166.47	0.23	1.48	0.34
4	BsPa02	15	*Beilschmiedia sp*	1	25	4.55	0.13	0.01	0.49	33.33	38.37	0.05	3.09	0.14
5	BsPa02	15	*Casearia sp*	1	25	4.55	0.13	0.01	0.51	66.67	71.72	0.05	3.09	0.14
6	BsPa02	15	*Ficus cuatrecasana Dugand*	1	25	4.55	0.36	0.10	3.79	33.33	46.22	0.05	3.09	0.14
7	BsPa02	15	*Inga acreana Harms*	2	50	9.09	0.53	0.22	8.34	66.67	84.09	0.09	2.40	0.22
8	BsPa02	15	*Iriartea deltoidea Ruiz & Pav.*	2	50	9.09	0.27	0.06	2.13	100.00	106.68	0.09	2.40	0.22
9	BsPa02	15	*Maclura tinctoria (L.) Steud.*	1	25	4.55	0.21	0.03	1.31	33.33	39.19	0.05	3.09	0.14
10	BsPa02	15	*Miconia sp*	1	25	4.55	0.18	0.02	0.92	66.67	72.13	0.05	3.09	0.14
11	BsPa02	15	*Sapium marmierí Huber*	1	25	4.55	0.17	0.02	0.85	100.00	109.94	0.05	3.09	0.14
12	BsPa02	15	*Sorocea trophoides W.C. Burger*	2	50	9.09	0.34	0.09	3.41	66.67	74.62	0.09	2.40	0.22
13	BsPa02	15	*Terminalia amazónica (J.F. Gmel.) Exell*	1	25	4.55	0.14	0.02	0.60	33.33	38.48	0.05	3.09	0.14
14	BsPa02	15	*Triplaris cumingiana Fisch. & C.A. Mey. ex C. A. Mey.*	1	25	4.55	0.15	0.02	0.65	33.33	133.98	0.05	3.09	0.14
Total				22	550	100	5.05	2.65	100	833.33	1128.79	1.00	38.89	2.47
1	BsPa02	16	*Aegiphila integrifolia (Jacq.) B.D. Jacks.*	1	25	3.85	0.13	0.01	0.54	33.33	37.72	0.04	3.26	0.13
2	BsPa02	16	*Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.*	1	25	3.85	0.15	0.02	0.66	66.67	71.17	0.04	3.26	0.13
3	BsPa02	16	*Alchornea latifolia Sw.*	2	50	7.69	0.28	0.06	2.31	33.33	43.34	0.08	2.56	0.20
4	BsPa02	16	*Aparisthmium cordatum (A. Juss.) Baill.*	1	25	3.85	0.40	0.13	4.98	100.00	108.82	0.04	3.26	0.13
5	BsPa02	16	*Casearia sp*	1	25	3.85	0.12	0.01	0.42	66.67	70.94	0.04	3.26	0.13
6	BsPa02	16	*Cecropia montana Warb. Ex Snethl.*	1	25	3.85	0.22	0.04	1.53	33.33	38.71	0.04	3.26	0.13
7	BsPa02	16	*Ficus pertusa L. f.*	1	25	3.85	0.46	0.17	6.57	33.33	43.75	0.04	3.26	0.13
8	BsPa02	16	*Grias peruviana Miers*	3	75	11.54	0.44	0.15	5.99	66.67	84.19	0.12	2.16	0.25
9	BsPa02	16	*Iriartea deltoidea Ruiz & Pav.*	9	225	34.62	1.41	1.57	60.78	100.00	195.39	0.35	1.06	0.37
10	BsPa02	16	*Jacaratia digitata (Poepp& Endl.) Solms*	1	25	3.85	0.44	0.15	5.87	33.33	43.05	0.04	3.26	0.13
11	BsPa02	16	*Miconia sp*	1	25	3.85	0.13	0.01	0.49	66.67	71.01	0.04	3.26	0.13
12	BsPa02	16	*Psychotria sp*	1	25	3.85	0.18	0.02	0.94	33.33	38.12	0.04	3.26	0.13

Anexo 3. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/Ha	DR%	DAP(m)	AB m²	DomR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
13	BsPa02	16	*Rollinia dolichopetala R.E Fr.*	1	25	3.85	0.44	0.15	5.87	33.33	43.05	0.04	3.26	0.13
14	BsPa02	16	*Sapium marmierí Huber*	2	50	7.69	0.32	0.08	3.04	100.00	110.73	0.08	2.56	0.20
Total				26	650	100	5.12	2.58	100			1.00	40.93	2.26
1	BsPa02	22	*Aparisthmium cordatum (A. Juss.) Baill.*	1	25	3.57	0.69	0.37	5.72	100.00	109.29	0.04	3.33	0.12
2	BsPa02	22	*Batocarpus sp*	1	25	3.57	0.34	0.09	1.40	33.33	38.31	0.04	3.33	0.12
3	BsPa02	22	*Batocarpus sp2*	2	50	7.14	0.53	0.22	3.44	33.33	43.91	0.07	2.64	0.19
4	BsPa02	22	*Caryodendron orinocense H. Karst.*	5	125	17.86	0.69	0.37	5.76	33.33	56.95	0.18	1.72	0.31
5	BsPa02	22	*Claricia racemosa Ruiz & Pav.*	1	25	3.57	1.09	0.94	14.42	33.33	51.33	0.04	3.33	0.12
6	BsPa02	22	*Grias peruviana Miers*	6	150	21.43	1.88	2.77	42.72	66.67	130.82	0.21	1.54	0.33
7	BsPa02	22	*Guarea sp*	2	50	7.14	0.82	0.53	8.17	33.33	48.64	0.07	2.64	0.19
8	BsPa02	22	*Guarea kunthiana A. Juss.*	2	50	7.14	0.48	0.18	2.81	33.33	43.28	0.07	2.64	0.19
9	BsPa02	22	*Inga acreana Harms*	1	25	3.57	0.36	0.10	1.59	66.67	71.83	0.04	3.33	0.12
10	BsPa02	22	*Inga edulis Mart.*	1	25	3.57	0.27	0.06	0.87	33.33	37.77	0.04	3.33	0.12
11	BsPa02	22	*Iriartea deltoidea Ruiz & Pav.*	1	25	3.57	0.17	0.02	0.34	100.00	103.92	0.04	3.33	0.12
12	BsPa02	22	*Naucleopsis sp*	1	25	3.57	0.28	0.06	0.98	33.33	37.88	0.04	3.33	0.12
13	BsPa02	22	*Sapium marmierí Huber*	2	50	7.14	0.60	0.28	4.34	100.00	111.48	0.07	2.64	0.19
14	BsPa02	22	*Sorocea trophoides W.C. Burger*	2	50	7.14	0.78	0.48	7.44	66.67	81.25	0.07	2.64	0.19
Total				28	700	100	8.99	6.49	100	766.67	966.67	1.00	39.78	2.41

BsPa02: Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú; BsMn02: Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes; BsAn02: Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes y AsSn01: Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo; DR (%): Densidad relativa expresada en porcentaje; DAP: Diámetro a la Altura del Pecho (m); AB: Área Basal (m²); FR (%): Frecuencia relativa expresada en porcentaje; IVI: Índice de Valor de Importancia; Pi=proporción total de la muestra que corresponde a la especie i, ln= logaritmo natural.

Anexo 4. Parámetros ecológicos de las especies de arbustos de los ecosistemas de estudio.

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/25m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
1	AsSn01	1	*Arcytophyllum setosum (Ruiz & Pav.) Schltdl.*	18	7200	13.04	100.00	113.04	0.13	2.04	0.27
2	AsSn01	1	*Blechnum auratum (Fée) R.M. Tryon & Stolze*	4	1600	2.90	66.67	69.57	0.03	3.54	0.10
3	AsSn01	1	*Brachyotum campii Wurdack*	2	800	1.45	100.00	101.45	0.01	4.23	0.06
4	AsSn01	1	*Clethra fimbriata Kunth*	6	2400	4.35	66.67	71.01	0.04	3.14	0.14
5	AsSn01	1	*Cybianthus marginatus (Benth.) Pipoly*	4	1600	2.90	33.33	36.23	0.03	3.54	0.10
6	AsSn01	1	*Diplostephium glandulosum Hieron.*	2	800	1.45	66.67	68.12	0.01	4.23	0.06
7	AsSn01	1	*Disterigma acuminatum (Kunth) Nied.*	5	2000	3.62	100.00	103.62	0.04	3.32	0.12
8	AsSn01	1	*Escallonia myrtilloides L. f.*	10	4000	7.25	100.00	107.25	0.07	2.62	0.19
9	AsSn01	1	*Gaultheria erecta Vent.*	8	3200	5.80	66.67	72.46	0.06	2.85	0.17
10	AsSn01	1	*Gaultheria reticulata Kunth*	2	800	1.45	66.67	68.12	0.01	4.23	0.06
11	AsSn01	1	*Gynoxys cuicochensis Cuatrec.*	2	800	1.45	100.00	101.45	0.01	4.23	0.06
12	AsSn01	1	*Ilex sp*	2	800	1.45	66.67	68.12	0.01	4.23	0.06
13	AsSn01	1	*Miconia dodsonii Wurdack*	9	3600	6.52	66.67	73.19	0.07	2.73	0.18
14	AsSn01	1	*Miconia ligustrina (Sm.) Triana*	3	1200	2.17	66.67	68.84	0.02	3.83	0.08
15	AsSn01	1	*Miconia sp*	11	4400	7.97	33.33	41.30	0.08	2.53	0.20
16	AsSn01	1	*Monnina arbuscula Chodat*	11	4400	7.97	66.67	74.64	0.08	2.53	0.20
17	AsSn01	1	*Neurolepis elata (Kunth) Pilg.*	26	10400	18.84	100.00	118.84	0.19	1.67	0.31
18	AsSn01	1	*Rubus laegaardii Romoleroux*	1	400	0.72	100.00	100.72	0.01	4.93	0.04
19	AsSn01	1	*Weinmannia fagaroides Kunth*	12	4800	8.70	100.00	108.70	0.09	2.44	0.21
Total				138	55200	100			1.00	62.87	2.62
1	AsSn01	2	*Arcytophyllum setosum (Ruiz & Pav.) Schltdl.*	2	800	1.41	100.00	101.41	0.01	4.26	0.06
2	AsSn01	2	*Brachyotum campii Wurdack*	12	4800	8.45	100.00	108.45	0.08	2.47	0.21
3	AsSn01	2	*Chusquea neurophylla L.G. Clark*	46	18400	32.39	66.67	99.06	0.32	1.13	0.37
4	AsSn01	2	*Disterigma acuminatum (Kunth) Nied.*	2	800	1.41	100.00	101.41	0.01	4.26	0.06
5	AsSn01	2	*Escallonia myrtilloides L. f.*	15	6000	10.56	100.00	110.56	0.11	2.25	0.24
6	AsSn01	2	*Gaultheria erecta Vent.*	10	4000	7.04	66.67	73.71	0.07	2.65	0.19
7	AsSn01	2	*Gaultheria megalodonta A.C. Sm.*	3	1200	2.11	33.33	35.45	0.02	3.86	0.08
8	AsSn01	2	*Gaultheria reticulata Kunth*	2	800	1.41	66.67	68.08	0.01	4.26	0.06
9	AsSn01	2	*Gynoxys cuicochensis Cuatrec.*	1	400	0.70	100.00	100.70	0.01	4.96	0.03

Anexo 4. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/25m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
10	AsSn01	2	Gynoxys miniphylla Cuatrec.	5	2000	3.52	33.33	36.85	0.04	3.35	0.12
11	AsSn01	2	Hypericum lancioides Cuatrec.	3	1200	2.11	33.33	35.45	0.02	3.86	0.08
12	AsSn01	2	Miconia dodsonii Wurdack	6	2400	4.23	66.67	70.89	0.04	3.16	0.13
13	AsSn01	2	Neurolepis elata (Kunth) Pilg.	32	12800	22.54	100.00	122.54	0.23	1.49	0.34
14	AsSn01	2	Rubus laegaardii Romoleroux	1	400	0.70	100.00	100.70	0.01	4.96	0.03
15	AsSn01	2	Weinmannia fagaroides Kunth	2	800	1.41	100.00	101.41	0.01	4.26	0.06
Total				142	56800	100.00			1.00	51.18	2.06
1	AsSn01	3	Arcytophyllum setosum (Ruiz & Pav.) Schltdl.	2	800	1.61	100.00	101.61	0.02	4.13	0.07
2	AsSn01	3	Blechnum auratum (Fée) R.M. Tryon & Stolze	18	7200	14.52	66.67	81.18	0.15	1.93	0.28
3	AsSn01	3	Brachyotum campii Wurdack	2	800	1.61	100.00	101.61	0.02	4.13	0.07
4	AsSn01	3	Chusquea neurophylla L.G. Clark	22	8800	17.74	66.67	84.41	0.18	1.73	0.31
5	AsSn01	3	Clethra fimbriata Kunth	3	1200	2.42	66.67	69.09	0.02	3.72	0.09
6	AsSn01	3	Diplostephium glandulosum Hieron.	16	6400	12.90	66.67	79.57	0.13	2.05	0.26
7	AsSn01	3	Disterigma acuminatum (Kunth) Nied.	10	4000	8.06	100.00	108.06	0.08	2.52	0.20
8	AsSn01	3	Escallonia myrtilloides L. f.	16	6400	12.90	100.00	112.90	0.13	2.05	0.26
9	AsSn01	3	Gynoxys cuicochensis Cuatrec.	1	400	0.81	100.00	100.81	0.01	4.82	0.04
10	AsSn01	3	Ilex sp	5	2000	4.03	66.67	70.70	0.04	3.21	0.13
11	AsSn01	3	Ilex sp2	1	400	0.81	33.33	34.14	0.01	4.82	0.04
12	AsSn01	3	Miconia ligustrina (Sm.) Triana	12	4800	9.68	66.67	76.34	0.10	2.34	0.23
13	AsSn01	3	Monnina arbuscula Chodat	11	4400	8.87	66.67	75.54	0.09	2.42	0.21
14	AsSn01	3	Neurolepis elata (Kunth) Pilg.	1	400	0.81	100.00	100.81	0.01	4.82	0.04
15	AsSn01	3	Rubus laegaardii Romoleroux	2	800	1.61	100.00	101.61	0.02	4.13	0.07
16	AsSn01	3	Weinmannia fagaroides Kunth	2	800	1.61	100.00	101.61	0.02	4.13	0.07
Total				124	49600	100			1.00	52.93	2.36
1	BsAn02	23	Anthurium oxybelium Schott.	4	1600	2.60	66.67	69.26	0.03	3.65	0.09
2	BsAn02	23	Axinaea sp	13	5200	8.44	33.33	41.77	0.08	2.47	0.21
3	BsAn02	23	Cavendishia bracteata(Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	2	800	1.30	33.33	34.63	0.01	4.34	0.06
4	BsAn02	23	Chusquea scandens Kunth	30	12000	19.48	100.00	119.48	0.19	1.64	0.32
5	BsAn02	23	Geonoma orygriana Mart	3	1200	1.95	100.00	101.95	0.02	3.94	0.08

Anexo 4. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	*Nombre Científico*	#Ind/25m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
6	BsAn02	23	*Lepidaploa sordidopapposa (Hieron.) H. Rob.*	5	2000	3.25	33.33	36.58	0.03	3.43	0.11
7	BsAn02	23	*Lepidaploa sp*	4	1600	2.60	33.33	35.93	0.03	3.65	0.09
8	BsAn02	23	*Meriania rigida (Benth) Triana*	4	1600	2.60	100.00	102.60	0.03	3.65	0.09
9	BsAn02	23	*Meriania sp*	17	6800	11.04	66.67	77.71	0.11	2.20	0.24
10	BsAn02	23	*Meriania sp2*	11	4400	7.14	66.67	73.81	0.07	2.64	0.19
11	BsAn02	23	*Miconia sp*	10	4000	6.49	66.67	73.16	0.06	2.73	0.18
12	BsAn02	23	*Miconia sp3*	7	2800	4.55	66.67	71.21	0.05	3.09	0.14
13	BsAn02	23	*Miconia sp4*	2	800	1.30	33.33	34.63	0.01	4.34	0.06
14	BsAn02	23	*Myrsine andina (Mez) Pipoly*	1	400	0.65	33.33	33.98	0.01	5.04	0.03
15	BsAn02	23	*Myrsineae sp*	3	1200	1.95	33.33	35.28	0.02	3.94	0.08
16	BsAn02	23	*Oreopanax sp*	4	1600	2.60	33.33	35.93	0.03	3.65	0.09
17	BsAn02	23	*Palicourea stipularis Benth*	19	7600	12.34	100.00	112.34	0.12	2.09	0.26
18	BsAn02	23	*Piper andreanum C. DC.*	5	2000	3.25	33.33	36.58	0.03	3.43	0.11
19	BsAn02	23	*Semiramisia speciosa (Benth.) Klotzsch*	5	2000	3.25	33.33	36.58	0.03	3.43	0.11
20	BsAn02	23	*Weinmannia pubencensKunth.*	4	1600	2.60	100.00	102.60	0.03	3.65	0.09
21	BsAn02	23	*Weinmannia stenocarpa Killip & A.C. Sm.*	1	400	0.65	33.33	33.98	0.01	5.04	0.03
Total				154	61600	100			1.00	72.04	2.67
1	BsAn02	24	*Aiouea dubia (Kunth) Mez*	1	400	1.03	33.33	34.36	0.01	4.57	0.05
2	BsAn02	24	*Anthurium oxybelium Schott.*	4	1600	4.12	66.67	70.79	0.04	3.19	0.13
3	BsAn02	24	*Chusquea scandens Kunth*	25	10000	25.77	100.00	125.77	0.26	1.36	0.35
4	BsAn02	24	*Cinchona pubescens Vahl.*	3	1200	3.09	33.33	36.43	0.03	3.48	0.11
5	BsAn02	24	*Columnea strigosa Benth*	3	1200	3.09	33.33	36.43	0.03	3.48	0.11
6	BsAn02	24	*Geonoma orygriana Mart*	3	1200	3.09	100.00	103.09	0.03	3.48	0.11
7	BsAn02	24	*Maytenus sp*	1	400	1.03	33.33	34.36	0.01	4.57	0.05
8	BsAn02	24	*Meriania rigida (Benth) Triana*	7	2800	7.22	100.00	107.22	0.07	2.63	0.19
9	BsAn02	24	*Meriania sp*	1	400	1.03	66.67	67.70	0.01	4.57	0.05
10	BsAn02	24	*Miconia sp*	3	1200	3.09	66.67	69.76	0.03	3.48	0.11
11	BsAn02	24	*Palicourea stipularis Benth*	17	6800	17.53	100.00	117.53	0.18	1.74	0.31
12	BsAn02	24	*Piper barbatum Kunth.*	7	2800	7.22	33.33	40.55	0.07	2.63	0.19

Anexo 4. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/25m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
13	BsAn02	24	*Prunus opaca (Benth) Walp.*	15	6000	15.46	33.33	48.80	0.15	1.87	0.29
14	BsAn02	24	*Symplocos sp*	1	400	1.03	33.33	34.36	0.01	4.57	0.05
15	BsAn02	24	*Verbesina sp*	4	1600	4.12	66.67	70.79	0.04	3.19	0.13
16	BsAn02	24	*Weinmannia pubencensKunth.*	2	800	2.06	100.00	102.06	0.02	3.88	0.08
Total				97	38800	100			1.00	52.68	2.28
1	BsAn02	25	*Chusquea scandens Kunth*	43	17200	53.75	100.00	153.75	0.54	0.62	0.33
2	BsAn02	25	*Clethra revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng.*	1	400	1.25	33.33	34.58	0.01	4.38	0.05
3	BsAn02	25	*Geonoma orygriana Mart*	4	1600	5.00	100.00	105.00	0.05	3.00	0.15
4	BsAn02	25	*Ilex sp*	3	1200	3.75	33.33	37.08	0.04	3.28	0.12
5	BsAn02	25	*Meriania rigida (Benth) Triana*	4	1600	5.00	100.00	105.00	0.05	3.00	0.15
6	BsAn02	25	*Meriania sp2*	4	1600	5.00	66.67	71.67	0.05	3.00	0.15
7	BsAn02	25	*Miconia sp3*	3	1200	3.75	66.67	70.42	0.04	3.28	0.12
8	BsAn02	25	*Palicourea stipularis Benth*	8	3200	10.00	100.00	110.00	0.10	2.30	0.23
9	BsAn02	25	*Pentacalia theifolia (Benth.) Cuatrec.*	2	800	2.50	33.33	35.83	0.03	3.69	0.09
10	BsAn02	25	*Symplocos sp2*	2	800	2.50	33.33	35.83	0.03	3.69	0.09
11	BsAn02	25	*Verbesina sp*	2	800	2.50	66.67	69.17	0.03	3.69	0.09
12	BsAn02	25	*Weinmannia pubencensKunth.*	4	1600	5.00	100.00	105.00	0.05	3.00	0.15
Total				80	32000	100			1.00	36.92	1.74
1	BsMn02	5	*Anthurium sp*	4	1600	4.76	66.67	71.43	0.05	3.04	0.14
2	BsMn02	5	*Cavendishia bracteata(Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold*	4	1600	4.76	66.67	71.43	0.05	3.04	0.14
3	BsMn02	5	*Chusquea scandens Kunth*	23	9200	27.38	66.67	94.05	0.27	1.30	0.35
4	BsMn02	5	*Faramea coerulescens K. Schum & Krause.*	15	6000	17.86	66.67	84.52	0.18	1.72	0.31
5	BsMn02	5	*Graffenrieda harlingii Wurdack*	2	800	2.38	33.33	35.71	0.02	3.74	0.09
6	BsMn02	5	*Necthandra sp*	2	800	2.38	33.33	35.71	0.02	3.74	0.09
7	BsMn02	5	*Palicourea anceps Standl.*	22	8800	26.19	33.33	59.52	0.26	1.34	0.35
8	BsMn02	5	*Solanum smithii S. Knapp*	11	4400	13.10	66.67	79.76	0.13	2.03	0.27
9	BsMn02	5	*Weinmannia glabra L. f.*	1	400	1.19	66.67	67.86	0.01	4.43	0.05
Total				84	33600	100			1.00	24.39	1.80
1	BsMn02	7	*Anthurium sp*	15	6000	15.31	66.67	81.97	0.15	1.88	0.29

Anexo 4. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/25m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
2	BsMn02	7	*Anthurium sp*	33	13200	33.67	66.67	100.34	0.34	1.09	0.37
3	BsMn02	7	*Chusquea scandens Kunth*	28	11200	28.57	66.67	95.24	0.29	1.25	0.36
4	BsMn02	7	*Faramea coerulescens K. Schum & Krause.*	2	800	2.04	33.33	35.37	0.02	3.89	0.08
5	BsMn02	7	*Faramea sp*	3	1200	3.06	33.33	36.39	0.03	3.49	0.11
6	BsMn02	7	*Palicourea martinicensis Standl.*	6	2400	6.12	66.67	72.79	0.06	2.79	0.17
7	BsMn02	7	*Piper asperiusculum Kunth*	5	2000	5.10	33.33	38.44	0.05	2.98	0.15
8	BsMn02	7	*Scheflera sp*	1	400	1.02	66.67	67.69	0.01	4.58	0.05
9	BsMn02	7	*Solanum smithii S. Knapp*	3	1200	3.06	33.33	36.39	0.03	3.49	0.11
10	BsMn02	7	*Trianaea sp*	2	800	2.04	66.67	68.71	0.02	3.89	0.08
Total				98	39200	100			1.00	29.33	1.75
1	BsMn02	10	*Aphelandra peruviana Wassh.*	6	2400	15.00	33.33	48.33	0.15	1.90	0.28
2	BsMn02	10	*Aspludia sp2*	5	2000	12.50	33.33	45.83	0.13	2.08	0.26
3	BsMn02	10	*Cavendishia bracteata(Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold*	4	1600	10.00	66.67	76.67	0.10	2.30	0.23
4	BsMn02	10	*Clethra revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng.*	8	3200	20.00	33.33	53.33	0.20	1.61	0.32
5	BsMn02	10	*Piper asperiusculum Kunth*	15	6000	37.50	66.67	104.17	0.38	0.98	0.37
6	BsMn02	10	*Piper ecuadorense Sodiro*	1	400	2.50	33.33	35.83	0.03	3.69	0.09
7	BsMn02	10	*Podocarpus oleifolius D. Don. ex Lamb.*	1	400	2.50	33.33	35.83	0.03	3.69	0.09
Total				40	16000	100.			1.00	16.25	1.65
1	BsPa02	15	*Aegiphila sp*	5	2000	4.13	66.67	70.80	0.04	3.19	0.13
2	BsPa02	15	*Amphilophium sp*	3	1200	2.48	33.33	35.81	0.02	3.70	0.09
3	BsPa02	15	*Anthurium sp*	5	2000	4.13	33.33	37.47	0.04	3.19	0.13
4	BsPa02	15	*Besleria sp*	2	800	1.65	66.67	68.32	0.02	4.10	0.07
5	BsPa02	15	*Bolbitis lindigii (Mett.) C. Chr.*	2	800	1.65	66.67	68.32	0.02	4.10	0.07
6	BsPa02	15	*Calatola sp*	1	400	0.83	33.33	34.16	0.01	4.80	0.04
7	BsPa02	15	*Chamaedorea pinnatifrons (Jacq.) Oerst.*	10	4000	8.26	100.00	108.26	0.08	2.49	0.21
8	BsPa02	15	*Cyathea sp*	6	2400	4.96	33.33	38.29	0.05	3.00	0.15
9	BsPa02	15	*Diplazium macrophyllum Desv.*	3	1200	2.48	66.67	69.15	0.02	3.70	0.09
10	BsPa02	15	*Diplazium sp*	21	8400	17.36	66.67	84.02	0.17	1.75	0.30
11	BsPa02	15	*Faramea sp*	2	800	1.65	33.33	34.99	0.02	4.10	0.07

Anexo 4. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/25m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
12	BsPa02	15	*Heliconia sp*	5	2000	4.13	100.00	104.13	0.04	3.19	0.13
13	BsPa02	15	*Ischnosiphon annulatus Loes.*	1	400	0.83	33.33	34.16	0.01	4.80	0.04
14	BsPa02	15	*Miconia punctata (Desr.) D. Don ex DC.*	3	1200	2.48	66.67	69.15	0.02	3.70	0.09
15	BsPa02	15	*Miconia sp*	5	2000	4.13	33.33	37.47	0.04	3.19	0.13
16	BsPa02	15	*Miconia sp2*	2	800	1.65	33.33	34.99	0.02	4.10	0.07
17	BsPa02	15	*Ossaea sp*	4	1600	3.31	33.33	36.64	0.03	3.41	0.11
18	BsPa02	15	*Philodendron sp*	11	4400	9.09	100.00	109.09	0.09	2.40	0.22
19	BsPa02	15	*Piper cuspidispicum Trel.*	2	800	1.65	66.67	68.32	0.02	4.10	0.07
20	BsPa02	15	*Piper immutatum Trel.*	4	1600	3.31	33.33	36.64	0.03	3.41	0.11
21	BsPa02	15	*Piper sp*	5	2000	4.13	66.67	70.80	0.04	3.19	0.13
22	BsPa02	15	*Psychotria brachiatae Benth. & Hook. f.*	4	1600	3.31	66.67	69.97	0.03	3.41	0.11
23	BsPa02	15	*Psychotria sp*	2	800	1.65	66.67	68.32	0.02	4.10	0.07
24	BsPa02	15	*Rhodospatha sp*	4	1600	3.31	66.67	69.97	0.03	3.41	0.11
25	BsPa02	15	*Selaginella haematodes (Kunze) Spring.*	1	400	0.83	33.33	34.16	0.01	4.80	0.04
26	BsPa02	15	*Sloanea sp*	5	2000	4.13	33.33	37.47	0.04	3.19	0.13
27	BsPa02	15	*Wettinia maynensis Spruce*	3	1200	2.48	100.00	102.48	0.02	3.70	0.09
Total				121	48400	100			1.00	96.19	3.01
1	BsPa02	16	*Aechmea sp*	1	400	0.81	33.33	34.14	0.01	4.82	0.04
2	BsPa02	16	*Aegiphila sp*	1	400	0.81	66.67	67.47	0.01	4.82	0.04
3	BsPa02	16	*Anthurium sp2*	9	3600	7.26	66.67	73.92	0.07	2.62	0.19
4	BsPa02	16	*Anthurium triphyillum Brongn. ex Schott*	1	400	0.81	33.33	34.14	0.01	4.82	0.04
5	BsPa02	16	*Bolbitis lindigii (Mett.) C. Chr.*	2	800	1.61	66.67	68.28	0.02	4.13	0.07
6	BsPa02	16	*Casearia arguta Kunth*	2	800	1.61	33.33	34.95	0.02	4.13	0.07
7	BsPa02	16	*Chamaedorea pinnatifrons (Jacq.) Oerst.*	8	3200	6.45	100.00	106.45	0.06	2.74	0.18
8	BsPa02	16	*Costus scaber Ruiz & Pav.*	1	400	0.81	33.33	34.14	0.01	4.82	0.04
9	BsPa02	16	*Danaea nodosa (L) Sm.*	9	3600	7.26	33.33	40.59	0.07	2.62	0.19
10	BsPa02	16	*Dichorisandra sp*	4	1600	3.23	33.33	36.56	0.03	3.43	0.11
11	BsPa02	16	*Diplazium macrophyllum Desv.*	4	1600	3.23	66.67	69.89	0.03	3.43	0.11
12	BsPa02	16	*Diplazium sp*	18	7200	14.52	66.67	81.18	0.15	1.93	0.28

Anexo 4. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/25m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
13	BsPa02	16	*Guarea guidonia (L.) Sleumer*	1	400	0.81	33.33	34.14	0.01	4.82	0.04
14	BsPa02	16	*Heliconia sp*	3	1200	2.42	100.00	102.42	0.02	3.72	0.09
15	BsPa02	16	*Miconia punctata (Desr.) D. Don ex DC.*	2	800	1.61	66.67	68.28	0.02	4.13	0.07
16	BsPa02	16	*Mollinedia sp*	1	400	0.81	33.33	34.14	0.01	4.82	0.04
17	BsPa02	16	*Philodendron sp*	15	6000	12.10	100.00	112.10	0.12	2.11	0.26
18	BsPa02	16	*Philodrendron sp2*	5	2000	4.03	33.33	37.37	0.04	3.21	0.13
19	BsPa02	16	*Piper longepilosum C. DC.*	2	800	1.61	66.67	68.28	0.02	4.13	0.07
20	BsPa02	16	*Piper sp*	19	7600	15.32	66.67	81.99	0.15	1.88	0.29
21	BsPa02	16	*Polypodium fraxinifolium Jacq.*	1	400	0.81	33.33	34.14	0.01	4.82	0.04
22	BsPa02	16	*Psychotria brachiatae Benth. & Hook. f.*	3	1200	2.42	66.67	69.09	0.02	3.72	0.09
23	BsPa02	16	*Renealmia sp*	3	1200	2.42	33.33	35.75	0.02	3.72	0.09
24	BsPa02	16	*Satyria sp*	2	800	1.61	33.33	34.95	0.02	4.13	0.07
25	BsPa02	16	*Sorocea trophoides W. C. Burger.*	3	1200	2.42	66.67	69.09	0.02	3.72	0.09
26	BsPa02	16	*Wettinia maynensis Spruce*	4	1600	3.23	100.00	103.23	0.03	3.43	0.11
Total				124	49600	100			1.00	96.68	2.81
1	BsPa02	22	*Anthurium sp2*	5	2000	3.14	66.67	69.81	0.03	3.46	0.11
2	BsPa02	22	*Asplundia sp*	1	400	0.63	33.33	33.96	0.01	5.07	0.03
3	BsPa02	22	*Besleria sp*	3	1200	1.89	66.67	68.55	0.02	3.97	0.07
4	BsPa02	22	*Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.*	3	1200	1.89	33.33	35.22	0.02	3.97	0.07
5	BsPa02	22	*Chamaedorea pinnatifrons (Jacq.) Oerst.*	18	7200	11.32	100.00	111.32	0.11	2.18	0.25
6	BsPa02	22	*Cyclanthus bipartitus Poit. ex A. Rich.*	4	1600	2.52	33.33	35.85	0.03	3.68	0.09
7	BsPa02	22	*Elaeagia sp*	1	400	0.63	33.33	33.96	0.01	5.07	0.03
8	BsPa02	22	*Heliconia sp*	1	400	0.63	100.00	100.63	0.01	5.07	0.03
9	BsPa02	22	*Meliosma herbertii Rolfe.*	2	800	1.26	33.33	34.59	0.01	4.38	0.06
10	BsPa02	22	*Neca ovalifolia Spruce ex J.A. Schmidt.*	1	400	0.63	33.33	33.96	0.01	5.07	0.03
11	BsPa02	22	*Philodendron sp*	8	3200	5.03	100.00	105.03	0.05	2.99	0.15
12	BsPa02	22	*Piper cuspidispicum Trel.*	30	12000	18.87	66.67	85.53	0.19	1.67	0.31
13	BsPa02	22	*Piper longepilosum C. DC.*	31	12400	19.50	66.67	86.16	0.19	1.63	0.32
14	BsPa02	22	*Psychotria sp*	3	1200	1.89	66.67	68.55	0.02	3.97	0.07

Anexo 4. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/25m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)
15	BsPa02	22	Rhodospatha sp	15	6000	9.43	66.67	76.10	0.09	2.36	0.22
16	BsPa02	22	Rollinia mucosa (Jacq.) Baill.	2	800	1.26	33.33	34.59	0.01	4.38	0.06
17	BsPa02	22	Sorocea trophoides W. C. Burger.	9	3600	5.66	66.67	72.33	0.06	2.87	0.16
18	BsPa02	22	Tradescantia zanonia (L.) Sw.	5	2000	3.14	33.33	36.48	0.03	3.46	0.11
19	BsPa02	22	Wettinia maynensis Spruce	17	6800	10.69	100.00	110.69	0.11	2.24	0.24
Total				159	63600	100			1.00	67.48	2.43

BsPa02: Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú; BsMn02: Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes; BsAn02: Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes y AsSn01: Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo; DR (%): Densidad relativa expresada en porcentaje; FR (%): Frecuencia relativa expresada en porcentaje; IVI: Índice de Valor de Importancia; Pi=proporción total de la muestra que corresponde a la especie i, ln= logaritmo natural.

Anexo 5. Parámetros ecológicos de las especies de herbáceas de los ecosistemas de estudio.

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)	Pi (lnPi)
1	AsSn01	1	*Ageratina cutervensis(Hieron) R.M. King & H. Rob.*	1	10000.00	1.00	0.48	3.00	100.48	0.00	5.33	0.03
2	AsSn01	1	*Arcytophyllum setosum (Ruiz & Pav.) Schltdl.*	3	30000.00	11.80	1.45	3.00	101.45	0.01	4.23	0.06
3	AsSn01	1	*Blechnum auratum (Fée) R.M. Tryon & Stolze*	2	20000.00	5.00	0.97	3.00	100.97	0.01	4.64	0.04
4	AsSn01	1	*Blechnum cordatum (Desv.) Hieron.*	1	10000.00	1.10	0.48	2.00	67.15	0.00	5.33	0.03
5	AsSn01	1	*Bomarea brachysepala Benth*	8	80000.00	3.30	3.86	2.00	70.53	0.04	3.25	0.13
6	AsSn01	1	*Bomarea dissitifolia Baker*	2	20000.00	2.00	0.97	3.00	100.97	0.01	4.64	0.04
7	AsSn01	1	*Bomarea setacea (Ruiz & Pav.) Herb.*	1	10000.00	0.40	0.48	3.00	100.48	0.00	5.33	0.03
8	AsSn01	1	*Calceolaria fusca Pennell*	8	80000.00	2.70	3.86	3.00	103.86	0.04	3.25	0.13
9	AsSn01	1	*Chusquea leonardiorum L. G. Clark*	4	40000.00	11.00	1.93	1.00	35.27	0.02	3.95	0.08
10	AsSn01	1	*Chusquea neurophylla L. G. Clark*	7	70000.00	20.00	3.38	3.00	103.38	0.03	3.39	0.11
11	AsSn01	1	*Cybianthus marginatus (Benth.) Pipoly*	1	10000.00	2.00	0.48	1.00	33.82	0.00	5.33	0.03
12	AsSn01	1	*Disterigma alaternoides (Kunth) Nied.*	22	220000.00	27.40	10.63	2.00	77.29	0.11	2.24	0.24
13	AsSn01	1	*Disterigma empetrifolium (Kunth) Drude*	1	10000.00	0.60	0.48	3.00	100.48	0.00	5.33	0.03
14	AsSn01	1	*Disterigma pentandrum S. F. Blake*	1	10000.00	0.70	0.48	3.00	100.48	0.00	5.33	0.03
15	AsSn01	1	*Elaphoglossum lingua (C. Presl) Brack*	17	170000.00	17.00	8.21	1.00	41.55	0.08	2.50	0.21
16	AsSn01	1	*Epidendrum sp*	1	10000.00	0.40	0.48	1.00	33.82	0.00	5.33	0.03
17	AsSn01	1	*Gomphichis caucana Schltr.*	2	20000.00	0.60	0.97	3.00	100.97	0.01	4.64	0.04
18	AsSn01	1	*Ilex myricoides Kunth*	1	10000.00	1.00	0.48	1.00	33.82	0.00	5.33	0.03
19	AsSn01	1	*Macleania rupestris (Kunth) A.C. Sm.*	4	40000.00	8.50	1.93	3.00	101.93	0.02	3.95	0.08
20	AsSn01	1	*Maxillaria sp*	2	20000.00	1.50	0.97	1.00	34.30	0.01	4.64	0.04
21	AsSn01	1	*Miconia dodsonii Wurdack*	2	20000.00	2.80	0.97	2.00	67.63	0.01	4.64	0.04
22	AsSn01	1	*Miconia ligustrina (Sm.) Triana*	4	40000.00	12.40	1.93	1.00	35.27	0.02	3.95	0.08
23	AsSn01	1	*Mikania featherstonei B.L. Rob.*	6	60000.00	3.10	2.90	1.00	36.23	0.03	3.54	0.10
24	AsSn01	1	*Monnina arbuscula Chodat*	2	20000.00	2.20	0.97	2.00	67.63	0.01	4.64	0.04
25	AsSn01	1	*Muehlenbeckia tamnifolia (Kunth) Meisn.*	1	10000.00	2.30	0.48	3.00	100.48	0.00	5.33	0.03
26	AsSn01	1	*Myrsine dependens (Ruiz & Pav.) Spreng.*	1	10000.00	2.70	0.48	1.00	33.82	0.00	5.33	0.03
27	AsSn01	1	*Myrteola sp*	3	30000.00	17.60	1.45	1.00	34.78	0.01	4.23	0.06
28	AsSn01	1	*Oxalis spiralis Ruiz & Pav. Ex G. Don*	24	240000.00	9.80	11.59	3.00	111.59	0.12	2.15	0.25
29	AsSn01	1	*Pachyphyllum cristallinum Lindl.*	2	20000.00	0.80	0.97	1.00	34.30	0.01	4.64	0.04

Anexo 5. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)	Pi (lnPi)
30	AsSn01	1	*Polypodiun subandinum Sod.*	2	20000.00	0.40	0.97	3.00	100.97	0.01	4.64	0.04
31	AsSn01	1	*Rubus laegaardii Romoleroux*	2	20000.00	0.50	0.97	3.00	100.97	0.01	4.64	0.04
32	AsSn01	1	*Symplocos sp*	1	10000.00	1.50	0.48	1.00	33.82	0.00	5.33	0.03
33	AsSn01	1	*Themistoclesia epiphytica A.C. Sm.*	26	260000.00	37.50	12.56	2.00	79.23	0.13	2.07	0.26
34	AsSn01	1	*Tillandsia aequatorialis L.B. Sm.*	31	310000.00	33.50	14.98	2.00	81.64	0.15	1.90	0.28
35	AsSn01	1	*Vaccinium floribundum Kunth*	1	10000.00	1.00	0.48	3.00	100.48	0.00	5.33	0.03
36	AsSn01	1	*Weinmannia fagaroides Kunth*	10	100000.00	32.90	4.83	1.00	38.16	0.05	3.03	0.15
Total				207	2070000.00	279.00	100	3.00		1.00	153.39	2.92
1	AsSn01	2	*Ageratina cutervensis (Hieron) R.M. King & H. Rob.*	8	80000.00	10.00	2.96	3.00	102.96	0.03	3.52	0.10
2	AsSn01	2	*Arcytophyllum setosum (Ruiz & Pav.) Schltdl.*	4	40000.00	8.00	1.48	3.00	101.48	0.01	4.21	0.06
3	AsSn01	2	*Blechnum auratum (Fée) R.M. Tryon & Stolze*	1	10000.00	0.80	0.37	3.00	100.37	0.00	5.60	0.02
4	AsSn01	2	*Blechnum cordatum (Desv.) Hieron.*	2	20000.00	0.80	0.74	2.00	67.41	0.01	4.91	0.04
5	AsSn01	2	*Blechnum lima Rosenst.*	3	30000.00	0.90	1.11	1.00	34.44	0.01	4.50	0.05
6	AsSn01	2	*Bomarea brachysepala Benth*	5	50000.00	1.70	1.85	2.00	68.52	0.02	3.99	0.07
7	AsSn01	2	*Bomarea dissitifolia Baker*	2	20000.00	0.50	0.74	3.00	100.74	0.01	4.91	0.04
8	AsSn01	2	*Bomarea setacea (Ruiz & Pav.) Herb.*	4	40000.00	3.70	1.48	3.00	101.48	0.01	4.21	0.06
9	AsSn01	2	*Calamagrostis macrophylla (Pilg.) Pilg.*	18	180000.00	23.00	6.67	2.00	73.33	0.07	2.71	0.18
10	AsSn01	2	*Calceolaria fusca Pennell*	2	20000.00	3.00	0.74	3.00	100.74	0.01	4.91	0.04
11	AsSn01	2	*Chusquea neurophylla L.G. Clark*	14	140000.00	21.00	5.19	3.00	105.19	0.05	2.96	0.15
12	AsSn01	2	*Clethra revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng.*	1	10000.00	7.00	0.37	2.00	67.04	0.00	5.60	0.02
13	AsSn01	2	*Disterigma empetrifolium (Kunth) Drude*	39	390000.00	30.00	14.44	3.00	114.44	0.14	1.93	0.28
14	AsSn01	2	*Disterigma pentandrum S. F. Blake*	5	50000.00	1.60	1.85	3.00	101.85	0.02	3.99	0.07
15	AsSn01	2	*Gaultheria reticulata Kunth*	1	10000.00	4.70	0.37	1.00	33.70	0.00	5.60	0.02
16	AsSn01	2	*Gomphichis caucana Schltr.*	3	30000.00	2.10	1.11	3.00	101.11	0.01	4.50	0.05
17	AsSn01	2	*Gunnera sp*	10	100000.00	0.90	3.70	1.00	37.04	0.04	3.30	0.12
18	AsSn01	2	*Gynoxys cuicochensis Cuatrec.*	1	10000.00	4.00	0.37	1.00	33.70	0.00	5.60	0.02
19	AsSn01	2	*Lycopodium vestitum Desv. Ex Poir.*	5	50000.00	8.00	1.85	2.00	68.52	0.02	3.99	0.07
20	AsSn01	2	*Macleania rupestris (Kunth) A.C. Sm.*	1	10000.00	1.70	0.37	3.00	100.37	0.00	5.60	0.02
21	AsSn01	2	*Miconia dodsonii Wurdack*	2	20000.00	20.00	0.74	2.00	67.41	0.01	4.91	0.04
22	AsSn01	2	*Monnina arbuscula Chodat*	1	10000.00	0.20	0.37	2.00	67.04	0.00	5.60	0.02

Anexo 5. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)	Pi (lnPi)
23	AsSn01	2	*Muehlenbeckia tamnifolia (Kunth) Meisn.*	5	50000.00	3.80	1.85	3.00	101.85	0.02	3.99	0.07
24	AsSn01	2	*Oxalis spiralis Ruiz & Pav. Ex G. Don*	42	420000.00	17.70	15.56	3.00	115.56	0.16	1.86	0.29
25	AsSn01	2	*Pernettya prostata (Cav.) DC*	11	110000.00	8.40	4.07	1.00	37.41	0.04	3.20	0.13
26	AsSn01	2	*Pitcairnia pungens Kunth*	1	10000.00	0.20	0.37	1.00	33.70	0.00	5.60	0.02
27	AsSn01	2	*Polypodiun subandinum Sod.*	2	20000.00	3.00	0.74	3.00	100.74	0.01	4.91	0.04
28	AsSn01	2	*Rhynchospora vulcani Boeck.*	4	40000.00	5.00	1.48	2.00	68.15	0.01	4.21	0.06
29	AsSn01	2	*Rubus laegaardii Romoleroux*	18	180000.00	10.00	6.67	3.00	106.67	0.07	2.71	0.18
30	AsSn01	2	*Senecio sp*	10	100000.00	3.00	3.70	2.00	70.37	0.04	3.30	0.12
31	AsSn01	2	*Thelypteris euthythrix A. R. Sm.*	10	100000.00	12.20	3.70	1.00	37.04	0.04	3.30	0.12
32	AsSn01	2	*Themistoclesia epiphytica A.C. Sm.*	5	50000.00	8.00	1.85	2.00	68.52	0.02	3.99	0.07
33	AsSn01	2	*Tillandsia aequatorialis L.B. Sm.*	26	260000.00	57.00	9.63	2.00	76.30	0.10	2.34	0.23
34	AsSn01	2	*Vaccinium floribundum Kunth*	2	20000.00	5.10	0.74	3.00	100.74	0.01	4.91	0.04
35	AsSn01	2	*Valeriana microphylla Kunth*	2	20000.00	3.00	0.74	1.00	34.07	0.01	4.91	0.04
Total				270	2700000.00	290.00	100	3.00		1.00	146.23	2.97
1	AsSn01	3	*Ageratina cutervensis (Hieron) R.M. King & H. Rob.*	8	80000.00	6.00	4.06	3.00	104.06	0.04	3.20	0.13
2	AsSn01	3	*Arcytophyllum setosum (Ruiz & Pav.) Schltdl.*	2	20000.00	6.00	1.02	3.00	101.02	0.01	4.59	0.05
3	AsSn01	3	*Blechnum auratum (Fée) R.M. Tryon & Stolze*	4	40000.00	14.00	2.03	3.00	102.03	0.02	3.90	0.08
4	AsSn01	3	*Bomarea dissitifolia Baker*	2	20000.00	0.90	1.02	3.00	101.02	0.01	4.59	0.05
5	AsSn01	3	*Bomarea setacea (Ruiz & Pav.) Herb.*	7	70000.00	3.00	3.55	3.00	103.55	0.04	3.34	0.12
6	AsSn01	3	*Calamagrostis macrophylla (Pilg.) Pilg.*	1	10000.00	0.20	0.51	2.00	67.17	0.01	5.28	0.03
7	AsSn01	3	*Calceolaria fusca Pennell*	3	30000.00	1.00	1.52	3.00	101.52	0.02	4.18	0.06
8	AsSn01	3	*Chusquea neurophylla L. G. Clark*	11	110000.00	23.00	5.58	3.00	105.58	0.06	2.89	0.16
9	AsSn01	3	*Clethra revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng.*	1	10000.00	0.80	0.51	2.00	67.17	0.01	5.28	0.03
10	AsSn01	3	*Cortaderia bifida Pilg.*	18	180000.00	45.00	9.14	1.00	42.47	0.09	2.39	0.22
11	AsSn01	3	*Disterigma alaternoides (Kunth) Nied.*	20	200000.00	45.00	10.15	2.00	76.82	0.10	2.29	0.23
12	AsSn01	3	*Disterigma empetrifolium (Kunth) Drude*	8	80000.00	20.00	4.06	3.00	104.06	0.04	3.20	0.13
13	AsSn01	3	*Disterigma pentandrum S. F. Blake*	3	30000.00	2.50	1.52	3.00	101.52	0.02	4.18	0.06
14	AsSn01	3	*Epidendrum sp2*	1	10000.00	0.80	0.51	1.00	33.84	0.01	5.28	0.03
15	AsSn01	3	*Escallonia myrtilloides L. f.*	1	10000.00	43.00	0.51	1.00	33.84	0.01	5.28	0.03
16	AsSn01	3	*Gomphichis caucana Schltr.*	1	10000.00	0.40	0.51	3.00	100.51	0.01	5.28	0.03

Anexo 5. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	*Nombre Científico*	#Ind/m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)	Pi (lnPi)
17	AsSn01	3	*Hieracium frigidum Wedd.*	6	60000.00	2.00	3.05	1.00	36.38	0.03	3.49	0.11
18	AsSn01	3	*Hypericum lanciodes Cuatrec.*	1	10000.00	0.50	0.51	1.00	33.84	0.01	5.28	0.03
19	AsSn01	3	*Lycopodium vestitum Desv. Ex Poir.*	2	20000.00	2.00	1.02	2.00	67.68	0.01	4.59	0.05
20	AsSn01	3	*Macleania rupestris (Kunth) A. C. Sm.*	1	10000.00	0.80	0.51	3.00	100.51	0.01	5.28	0.03
21	AsSn01	3	*Muehlenbeckia tamnifolia (Kunth) Meisn.*	7	70000.00	10.00	3.55	3.00	103.55	0.04	3.34	0.12
22	AsSn01	3	*Neurolepis nana L. G. Clark*	3	30000.00	7.00	1.52	1.00	34.86	0.02	4.18	0.06
23	AsSn01	3	*Oxalis spiralis Ruiz & Pav. Ex G. Don*	32	320000.00	11.30	16.24	3.00	116.24	0.16	1.82	0.30
24	AsSn01	3	*Polypodiun subandinum Sod.*	10	100000.00	12.00	5.08	3.00	105.08	0.05	2.98	0.15
25	AsSn01	3	*Puya maculata L. B. Sm.*	1	10000.00	0.30	0.51	1.00	33.84	0.01	5.28	0.03
26	AsSn01	3	*Rhynchospora vulcani Boeck.*	5	50000.00	8.00	2.54	2.00	69.20	0.03	3.67	0.09
27	AsSn01	3	*Rubus laegaardii Romoleroux*	27	270000.00	19.00	13.71	3.00	113.71	0.14	1.99	0.27
28	AsSn01	3	*Senecio sp*	9	90000.00	2.00	4.57	2.00	71.24	0.05	3.09	0.14
29	AsSn01	3	*Vaccinium floribundum Kunth*	2	20000.00	2.00	1.02	3.00	101.02	0.01	4.59	0.05
Total				197	1970000.00	288.50	100	3.00		1.00	114.76	2.84
1	BsAn02	23	*Anthurium oxybelium Schott.*	6	60000.00	9.00	16.67	3.00	116.67	0.17	1.79	0.30
2	BsAn02	23	*Berberis sp*	3	30000.00	11.00	8.33	2.00	75.00	0.08	2.48	0.21
3	BsAn02	23	*Blechnum cordatum (Desv.) Hieron*	4	40000.00	10.00	11.11	1.00	44.44	0.11	2.20	0.24
4	BsAn02	23	*Cavendishia bracteata(Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold*	2	20000.00	3.00	5.56	1.00	38.89	0.06	2.89	0.16
5	BsAn02	23	*Meriania sp*	1	10000.00	2.00	2.78	1.00	36.11	0.03	3.58	0.10
6	BsAn02	23	*Meriania sp2*	2	20000.00	15.00	5.56	1.00	38.89	0.06	2.89	0.16
7	BsAn02	23	*Miconia sp*	4	40000.00	10.00	11.11	1.00	44.44	0.11	2.20	0.24
8	BsAn02	23	*Palicourea stipularis Benth*	7	70000.00	26.00	19.44	2.00	86.11	0.19	1.64	0.32
9	BsAn02	23	*Peperonia sp*	2	20000.00	5.00	5.56	1.00	38.89	0.06	2.89	0.16
10	BsAn02	23	*Piper sp*	5	50000.00	5.00	13.89	1.00	47.22	0.14	1.97	0.27
11	BsAn02	23	*Piper sp2*	1	10000.00	5.00	2.78	1.00	36.11	0.03	3.58	0.10
Total				36	360000.00	96.00	100	3.00		1.00	24.54	2.17
1	BsAn02	24	*Alloplectus hispidus (Kunth.) Mart.*	1	10000.00	5.00	2.44	1.00	35.77	0.02	3.71	0.09
2	BsAn02	24	*Anthurium oxybelium Schott.*	3	30000.00	5.00	7.32	3.00	107.32	0.07	2.61	0.19
3	BsAn02	24	*Asplenium serra Longsd & Fisch.*	1	10000.00	1.00	2.44	1.00	35.77	0.02	3.71	0.09
4	BsAn02	24	*Ayeratina sp*	3	30000.00	10.00	7.32	1.00	40.65	0.07	2.61	0.19

Anexo 5. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	*Nombre Científico*	#Ind/m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)	Pi (lnPi)
5	BsAn02	24	*Blechnum fragile (Liebm) C.V Mortin & Leninger*	3	30000.00	20.00	7.32	2.00	73.98	0.07	2.61	0.19
6	BsAn02	24	*Miconia sp2*	2	20000.00	1.00	4.88	1.00	38.21	0.05	3.02	0.15
7	BsAn02	24	*Miconia sp3*	2	20000.00	8.00	4.88	1.00	38.21	0.05	3.02	0.15
8	BsAn02	24	*Polypodium levigatum Cav.*	12	120000.00	35.00	29.27	2.00	95.93	0.29	1.23	0.36
9	BsAn02	24	*Rhynchospora vulcani Boeck*	4	40000.00	5.00	9.76	1.00	43.09	0.10	2.33	0.23
10	BsAn02	24	*Sauravia sp*	2	20000.00	5.00	4.88	1.00	38.21	0.05	3.02	0.15
11	BsAn02	24	*Thelypteris sp*	6	60000.00	20.00	14.63	1.00	47.97	0.15	1.92	0.28
12	BsAn02	24	*Viburum triphyllum Benth.*	2	20000.00	7.00	4.88	1.00	38.21	0.05	3.02	0.15
Total				41	410000.00	122.00	100	3.00		1.00	32.83	2.21
1	BsAn02	25	*Anthurium oxybelium Schott.*	3	30000.00	22.00	7.69	3.00	107.69	0.08	2.56	0.20
2	BsAn02	25	*Berberis sp*	1	10000.00	3.00	2.56	2.00	69.23	0.03	3.66	0.09
3	BsAn02	25	*Blechnum fragile (Liebm) C.V Mortin & Leninger*	2	20000.00	20.00	5.13	2.00	71.79	0.05	2.97	0.15
4	BsAn02	25	*Liabum sp*	2	20000.00	5.00	5.13	1.00	38.46	0.05	2.97	0.15
5	BsAn02	25	*Meriania rigida (Benth) Triana.*	3	30000.00	11.00	7.69	1.00	41.03	0.08	2.56	0.20
6	BsAn02	25	*Meriania sp2*	3	30000.00	15.00	7.69	1.00	41.03	0.08	2.56	0.20
7	BsAn02	25	*Miconia sp4*	2	20000.00	7.00	5.13	1.00	38.46	0.05	2.97	0.15
8	BsAn02	25	*Miconia sp5*	5	50000.00	17.00	12.82	1.00	46.15	0.13	2.05	0.26
9	BsAn02	25	*Mikania sp*	1	10000.00	10.00	2.56	1.00	35.90	0.03	3.66	0.09
10	BsAn02	25	*Nasa loxensis (Kunth) Weigend*	7	70000.00	11.00	17.95	1.00	51.28	0.18	1.72	0.31
11	BsAn02	25	*Oreopanax sp*	2	20000.00	5.00	5.13	1.00	38.46	0.05	2.97	0.15
12	BsAn02	25	*Palicourea stipularis Benth*	2	20000.00	2.00	5.13	2.00	71.79	0.05	2.97	0.15
Total				39	390000.00	140.00	100	3.00		1.00	35.52	2.40
1	BsMn02	5	*Anthurium oxybelium Schott.*	2	20000.00	5.00	8.70	2.00	75.36	0.09	2.44	0.21
2	BsMn02	5	*Blechnum lima Rosent.*	9	90000.00	25.00	39.13	1.00	72.46	0.39	0.94	0.37
3	BsMn02	5	*Bomarea setacea (Ruiz & Pav.) Herb.*	1	10000.00	2.00	4.35	1.00	37.68	0.04	3.14	0.14
4	BsMn02	5	*Miconia caelata (Bonpl.) DC.*	3	30000.00	3.00	13.04	1.00	46.38	0.13	2.04	0.27
5	BsMn02	5	*Peperonea pernambucensis Miq.*	3	30000.00	3.00	13.04	1.00	46.38	0.13	2.04	0.27
6	BsMn02	5	*Piper asperiusculum Kunth*	2	20000.00	2.00	8.70	2.00	75.36	0.09	2.44	0.21
7	BsMn02	5	*Prunuus opaca(Benth.) Walp.*	1	10000.00	7.00	4.35	1.00	37.68	0.04	3.14	0.14
Total				23	230000.00	57.00	100	3.00	500.00	1.00	18.61	1.81

Anexo5. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)	Pi (lnPi)
1	BsMn02	7	*Anthurium sp*	5	50000.00	8.00	16.67	3.00	116.67	0.17	1.79	0.30
2	BsMn02	7	*Arachniodes denticulata (Sw.) Ching*	4	40000.00	16.00	13.33	1.00	46.67	0.13	2.01	0.27
3	BsMn02	7	*Epidendrum sp*	2	20000.00	2.00	6.67	1.00	40.00	0.07	2.71	0.18
4	BsMn02	7	*Miconia sp*	2	20000.00	7.00	6.67	1.00	40.00	0.07	2.71	0.18
5	BsMn02	7	*Miconia sp2*	1	10000.00	4.00	3.33	1.00	36.67	0.03	3.40	0.11
6	BsMn02	7	*Palicourea heterochroma K. Schum. & K. Krause*	4	40000.00	5.00	13.33	2.00	80.00	0.13	2.01	0.27
7	BsMn02	7	*Piper asperiusculum Kunth*	1	10000.00	3.00	3.33	2.00	70.00	0.03	3.40	0.11
8	BsMn02	7	*Piper sp*	1	10000.00	2.00	3.33	1.00	36.67	0.03	3.40	0.11
9	BsMn02	7	*Pleurothallis cordata (Ruiz & Pav.) Lindl.*	1	10000.00	2.00	3.33	2.00	70.00	0.03	3.40	0.11
10	BsMn02	7	*Polypodium levigatum Cav.*	4	40000.00	6.00	13.33	1.00	46.67	0.13	2.01	0.27
11	BsMn02	7	*Ruagea hirsuta (C. DC.) Harms*	1	10000.00	5.00	3.33	1.00	36.67	0.03	3.40	0.11
12	BsMn02	7	*Shefflera angulata (Ruiz & Pav.) Harms.*	1	10000.00	3.00	3.33	1.00	36.67	0.03	3.40	0.11
13	BsMn02	7	*Stelis alba Kunth*	3	30000.00	6.00	10.00	1.00	43.33	0.10	2.30	0.23
Total				30	300000.00	69.00	100	3.00	700.00	1.00	35.96	2.38
1	BsMn02	10	*Alloplectus hispidus (Kunth.) Mart.*	1	10000.00	1.00	3.23	1.00	36.56	0.03	3.43	0.11
2	BsMn02	10	*Anthurium oxybelium Schott.*	1	10000.00	2.00	3.23	2.00	69.89	0.03	3.43	0.11
3	BsMn02	10	*Anthurium sp*	6	60000.00	5.00	19.35	3.00	119.35	0.19	1.64	0.32
4	BsMn02	10	*Asplenium sessilifolium Desv.*	2	20000.00	1.00	6.45	1.00	39.78	0.06	2.74	0.18
5	BsMn02	10	*Blechnum occidentale L.*	4	40000.00	2.00	12.90	1.00	46.24	0.13	2.05	0.26
6	BsMn02	10	*Mikania sp*	3	30000.00	2.00	9.68	1.00	43.01	0.10	2.34	0.23
7	BsMn02	10	*Palicourea amethystina (Ruiz & Pav).DC.*	1	10000.00	1.00	3.23	1.00	36.56	0.03	3.43	0.11
8	BsMn02	10	*Palicourea heterochroma K. Schum. & K. Krause*	1	10000.00	1.00	3.23	2.00	69.89	0.03	3.43	0.11
9	BsMn02	10	*Peperonea rotundata Kunth.*	10	100000.00	5.00	32.26	1.00	65.59	0.32	1.13	0.36
10	BsMn02	10	*Pleurothallis cordata (Ruiz & Pav.) Lindl.*	1	10000.00	1.00	3.23	2.00	69.89	0.03	3.43	0.11
12	BsMn02	10	*Vriesea sp*	1	10000.00	2.00	3.23	1.00	36.56	0.03	3.43	0.11
Total				31	310000.00	23.00	100	3.00		1.00	30.50	2.01
1	BsPa02	15	*Chamaedorea pinnatifrons (Jacq.) Oerst.*	4	40000.00	15.00	9.09	1.00	42.42	0.09	2.40	0.22
2	BsPa02	15	*Diplazium macrophyllum Desv.*	18	180000.00	40.00	40.91	3.00	140.91	0.41	0.89	0.37
3	BsPa02	15	*Piper cuspidiscum Trel.*	7	70000.00	30.00	15.91	2.00	82.58	0.16	1.84	0.29
4	BsPa02	15	*Selaginella haeniatodes (Kunze) Spring in Mart.*	5	50000.00	30.00	11.36	3.00	111.36	0.11	2.17	0.25

Anexo 5. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/m²	#Ind/Ha	DR%	FR%	IVI	Pi	lnPi	Pi (lnPi)	Pi (lnPi)
5	BsPa02	15	*Stenospermation longipetiolatum Engl.*	3	30000.00	10.00	6.82	1.00	40.15	0.07	2.69	0.18
6	BsPa02	15	*Xanthosoma viviparum Madison*	7	70000.00	15.00	15.91	1.00	49.24	0.16	1.84	0.29
Total				44	440000.00	140.00	100	3.00	466.67	1.00	11.83	1.60
1	BsPa02	16	*Anthurium nigrescens Engl.*	2	20000.00	5.00	4.26	1.00	37.59	0.04	3.16	0.13
2	BsPa02	16	*Anthurium sp*	2	20000.00	25.00	4.26	1.00	37.59	0.04	3.16	0.13
3	BsPa02	16	*Asplundia sp*	1	10000.00	6.00	2.13	1.00	35.46	0.02	3.85	0.08
4	BsPa02	16	*Bolbitis lindigii (Mett) Ching.*	3	30000.00	10.00	6.38	1.00	39.72	0.06	2.75	0.18
5	BsPa02	16	*Celtis sp*	4	40000.00	7.00	8.51	1.00	41.84	0.09	2.46	0.21
6	BsPa02	16	*Diplazium macrophyllum Desv.*	12	120000.00	35.00	25.53	3.00	125.53	0.26	1.37	0.35
7	BsPa02	16	*Philodendron sp*	7	70000.00	30.00	14.89	2.00	81.56	0.15	1.90	0.28
8	BsPa02	16	*Piper harlingii Yunck.*	1	10000.00	17.00	2.13	1.00	35.46	0.02	3.85	0.08
9	BsPa02	16	*Pteris sp*	11	110000.00	10.00	23.40	1.00	56.74	0.23	1.45	0.34
10	BsPa02	16	*Selaginella haeniatodes (Kunze) Spring in Mart.*	4	40000.00	8.00	8.51	3.00	108.51	0.09	2.46	0.21
Total				47	470000.00	153.00	100	3.00		1.00	26.42	2.00
1	BsPa02	22	*Diplazium macrophyllum Desv.*	22	220000.00	45.00	24.72	3.00	124.72	0.25	1.40	0.35
2	BsPa02	22	*Diplazium sp*	3	30000.00	6.00	3.37	1.00	36.70	0.03	3.39	0.11
3	BsPa02	22	*Eugenia sp*	3	30000.00	4.00	3.37	1.00	36.70	0.03	3.39	0.11
4	BsPa02	22	*Faramea sp*	2	20000.00	3.00	2.25	1.00	35.58	0.02	3.80	0.09
5	BsPa02	22	*Fittonia albivenis (Lind. ex Veitch)Brummitt.*	2	20000.00	3.00	2.25	1.00	35.58	0.02	3.80	0.09
6	BsPa02	22	*Neea ovalifolia Spruce ex J. A. Schmidt.*	5	50000.00	12.00	5.62	1.00	38.95	0.06	2.88	0.16
7	BsPa02	22	*Philodendron sp*	9	90000.00	35.00	10.11	2.00	76.78	0.10	2.29	0.23
8	BsPa02	22	*Piper cuspidiscum Trel.*	23	230000.00	25.00	25.84	2.00	92.51	0.26	1.35	0.35
9	BsPa02	22	*Psychotria stenostachya Standl.*	1	10000.00	10.00	1.12	1.00	34.46	0.01	4.49	0.05
10	BsPa02	22	*Selaginella haeniatodes (Kunze) Spring in Mart.*	10	100000.00	20.00	11.24	3.00	111.24	0.11	2.19	0.25
11	BsPa02	22	*Turpinia occidentalis (Sw.) G. Don.*	9	90000.00	10.00	10.11	1.00	43.45	0.10	2.29	0.23
Total				89	890000.00	173.00	100	3.00		1.00	31.26	2.02

BsPa02: Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú; BsMn02: Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes; BsAn02: Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes y AsSn01: Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo; DR (%): Densidad relativa expresada en porcentaje; FR (%): Frecuencia relativa expresada en porcentaje; IVI: Índice de Valor de Importancia; Pi=proporción total de la muestra que corresponde a la especie i, ln= logaritmo natural.

Anexo 6. Parámetros ecológicos para determinación de la distribución espacial de árboles en los ecosistemas de estudio.

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/Ha	Dist_VC	ICE
1	BsAn02	23	*Aetanthus nodosus (Desr.) Engl.*	2.00	50.00	0.77	0.10
2	BsAn02	23	*Clethra revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng*	2.00	50.00	2.40	0.30
3	BsAn02	23	*Clusia elliptica Kunth*	1.00	25.00	1.53	0.27
4	BsAn02	23	*Critoniopsis pycnantha (Benth.) H. Rob.*	1.00	25.00	0.85	0.15
5	BsAn02	23	*Gaiadendron punctatum (Ruiz & Pav.) G. Don*	3.00	75.00	2.10	0.22
6	BsAn02	23	*Geissanthus vanderwerffii Pipoly*	1.00	25.00	1.50	0.27
7	BsAn02	23	*Gordonia fruticosa*	3.00	75.00	0.20	0.02
8	BsAn02	23	*Hedyosmum racemosum (Ruiz & Pav.) G. Don*	1.00	25.00	1.00	0.18
9	BsAn02	23	*Hyeronima macrocarpa Müll. Arg.*	1.00	25.00	1.67	0.30
10	BsAn02	23	*Ilex rupicola Kunth.*	2.00	50.00	1.76	0.22
11	BsAn02	23	*Ilex sp*	1.00	25.00	1.35	0.24
12	BsAn02	23	*Ilex sp 3*	1.00	25.00	1.98	0.35
13	BsAn02	23	*Ilex sp2*	1.00	25.00	1.20	0.21
14	BsAn02	23	*Ilex sp4*	1.00	25.00	2.00	0.36
15	BsAn02	23	*Ilex sp5*	3.00	75.00	1.50	0.15
16	BsAn02	23	*Ilex weberlingii Loizeau & Spichiger*	2.00	50.00	1.55	0.20
17	BsAn02	23	*Meriania furvanthera Wurdack*	1.00	25.00	1.35	0.24
18	BsAn02	23	*Miconia sp*	4.00	100.00	2.95	0.26
19	BsAn02	23	*Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.*	1.00	25.00	0.73	0.13
20	BsAn02	23	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	1.00	25.00	1.10	0.20
21	BsAn02	23	*Nectandra laurel Nees.*	1.00	25.00	1.00	0.18
22	BsAn02	23	*Palicourea angustifolia Kunth*	1.00	25.00	2.00	0.36
23	BsAn02	23	*Palicourea heterochroma K. Schum. & K. Krause*	1.00	25.00	1.90	0.34
24	BsAn02	23	*Pentacalia theifolia (Benth.) Cuatrec.*	4.00	100.00	3.61	0.32
25	BsAn02	23	*Symplocos canescens B. Ståhl*	1.00	25.00	1.20	0.21
26	BsAn02	23	*Symplocos fuscata B. Ståhl*	4.00	100.00	1.00	0.09
27	BsAn02	23	*Weinmannia elliptica Kunth*	5.00	125.00	1.71	0.14
28	BsAn02	23	*Weinmannia pubescens Kunth*	6.00	150.00	1.00	0.07
Total				56.00	1400.00	42.89	6.08
Promedio µ				2.00	50.00	1.53	0.22
1	BsAn02	24	*Clethra revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng*	1.00	25.00	1.45	0.26
2	BsAn02	24	*Clusia elliptica Kunth*	1.00	25.00	3.10	0.55
3	BsAn02	24	*Critoniopsis pycnantha (Benth.) H. Rob.*	1.00	25.00	2.20	0.39
4	BsAn02	24	*Dicksonia sellowiana Hook*	7.00	175.00	1.41	0.10
5	BsAn02	24	*Gordonia fruticosa*	2.00	50.00	2.63	0.33
6	BsAn02	24	*Hedyosmum purpurascens Todzia.*	1.00	25.00	1.80	0.32
7	BsAn02	24	*Ilex rupicola Kunth.*	1.00	25.00	0.85	0.15
8	BsAn02	24	*Ilex sp4*	1.00	25.00	2.20	0.39
9	BsAn02	24	*Ilex sp6*	1.00	25.00	2.30	0.41
10	BsAn02	24	*Miconia caelata (Bonpl.) DC.*	1.00	25.00	1.35	0.24

Anexo 6. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/Ha	Dist_VC	ICE
11	BsAn02	24	*Miconia sp*	1.00	25.00	1.70	0.30
12	BsAn02	24	*Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.*	3.00	75.00	0.88	0.09
13	BsAn02	24	*Miconia tinifolia Naudin*	1.00	25.00	2.20	0.39
14	BsAn02	24	*Myrcia sp*	1.00	25.00	1.40	0.25
15	BsAn02	24	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	1.00	25.00	1.10	0.20
16	BsAn02	24	*Nectandra laurel Nees.*	1.00	25.00	0.60	0.11
17	BsAn02	24	*Sipanena muricata (Ruiz & Pav) A. D.C.*	2.00	50.00	0.98	0.12
18	BsAn02	24	*Symplocos canescens B. Ståhl*	3.00	75.00	1.56	0.16
19	BsAn02	24	*Symplocos coriacea A. DC.*	1.00	25.00	0.45	0.08
20	BsAn02	24	*Weinmannia pubescens Kunth*	10.00	250.00	1.96	0.11
Total				41.00	1025.00	32.11	4.96
Promedio				2.1	51.3	1.6	0.2
1	BsAn02	25	*Aetanthus nodosus (Desr.) Engl.*	1.00	25.00	0.97	0.17
2	BsAn02	25	*Aiouea dubia (Kunth) Mez*	1.00	25.00	2.48	0.44
3	BsAn02	25	*Beilschmiedia sp*	1.00	25.00	2.55	0.45
4	BsAn02	25	*Dicksonia sellowiana Hook*	9.00	225.00	2.12	0.13
5	BsAn02	25	*Gaiadendron punctatum (Ruiz & Pav.) G. Don*	1.00	25.00	1.40	0.25
6	BsAn02	25	*Geissanthus vanderwerffii Pipoly*	2.00	50.00	0.98	0.12
7	BsAn02	25	*Gordonia fruticosa*	2.00	50.00	1.10	0.14
8	BsAn02	25	*Gynoxys sp*	1.00	25.00	3.70	0.66
9	BsAn02	25	*Gynoxys sp2*	1.00	25.00	0.40	0.07
10	BsAn02	25	*Hyeronima macrocarpa Müll. Arg.*	1.00	25.00	0.45	0.08
11	BsAn02	25	*Ilex sp2*	1.00	25.00	2.50	0.45
12	BsAn02	25	*Ilex sp4*	3.00	75.00	1.63	0.17
13	BsAn02	25	*Meriania furvanthera Wurdack*	1.00	25.00	2.65	0.47
14	BsAn02	25	*Miconia asperrima Triana*	1.00	25.00	0.65	0.12
15	BsAn02	25	*Miconia sp*	2.00	50.00	2.53	0.32
16	BsAn02	25	*Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.*	1.00	25.00	2.20	0.39
17	BsAn02	25	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	1.00	25.00	2.00	0.36
18	BsAn02	25	*Nectandra laurel Nees.*	1.00	25.00	1.10	0.20
19	BsAn02	25	*Oreopanax sessiliflorus (Benth.) Decne. & Planch.*	2.00	50.00	1.61	0.20
20	BsAn02	25	*Palicourea angustifolia Kunth*	1.00	25.00	0.55	0.10
21	BsAn02	25	*Siparuna muricata (Ruiz & Pav.) A. DC.*	1.00	25.00	0.55	0.10
22	BsAn02	25	*Symplocos canescens B. Ståhl*	2.00	50.00	1.30	0.16
23	BsAn02	25	*Symplocos coriacea A. DC.*	2.00	50.00	1.80	0.23
24	BsAn02	25	*Ternstroemia macrocarpa Triana & Planch.*	1.00	25.00	3.00	0.54
25	BsAn02	25	*Viburnum pichinchense Benth.*	1.00	25.00	0.30	0.05
26	BsAn02	25	*Weinmannia fagaroides Kunth.*	2.00	50.00	1.35	0.17
27	BsAn02	25	*Weinmannia pubescens Kunth*	7.00	175.00	1.29	0.09
Total				50.0	1250.0	43.2	6.6
Promedio				1.9	46.3	1.6	0.2

Anexo 6. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/ha	Dist_VC	ICE
1	BsMn02	5	*Bejaria aestuans L.*	1.00	25.00	1.80	0.32
2	BsMn02	5	*Cinchona officinalis L.*	1.00	25.00	0.48	0.09
3	BsMn02	5	*Clusia flavida (Benth.) Pipoly.*	3.00	75.00	1.37	0.14
4	BsMn02	5	*Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin*	1.00	25.00	2.95	0.53
5	BsMn02	5	*Faramea coerulescens K. Schum & Krause.*	8.00	200.00	1.30	0.08
6	BsMn02	5	*Hedyosmum purpurascens Todzia.*	3.00	75.00	2.23	0.23
7	BsMn02	5	*Hyeronima macrocarpa Müll. Arg.*	1.00	25.00	2.50	0.45
8	BsMn02	5	*Ilex nervosa Triana*	3.00	75.00	0.87	0.09
9	BsMn02	5	*Ilex rimbachii Standl.*	4.00	100.00	1.12	0.10
10	BsMn02	5	*Ilex rupicola Kunth.*	4.00	100.00	1.65	0.15
11	BsMn02	5	*Ilex sp*	2.00	50.00	1.29	0.16
12	BsMn02	5	*Markea sp*	1.00	25.00	2.14	0.38
13	BsMn02	5	*Miconia sp3*	2.00	50.00	0.96	0.12
14	BsMn02	5	*Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.*	1.00	25.00	2.14	0.38
15	BsMn02	5	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	1.00	25.00	1.75	0.31
16	BsMn02	5	*Oreopanax sp*	2.00	50.00	0.93	0.12
17	BsMn02	5	*Palicourea heterochroma K. Schum. & K. Krause*	2.00	50.00	0.76	0.10
18	BsMn02	5	*Podocarpus oleifolius D. Don. ex Lamb.*	5.00	125.00	1.88	0.15
19	BsMn02	5	*Ruagea hirsuta (AC. DC.) Horns.*	3.00	75.00	0.75	0.08
20	BsMn02	5	*Schefflera ferruginea (Kunth) Harms.*	1.00	25.00	1.27	0.23
21	BsMn02	5	*Symplocos bogotensis Brand.*	3.00	75.00	0.65	0.07
22	BsMn02	5	*Symplocos coriacea A. DC.*	2.00	50.00	0.53	0.07
23	BsMn02	5	*Turpinia occidentalis (Sw.) G. Don*	1.00	25.00	1.55	0.28
24	BsMn02	5	*Viburnum pichinchense Benth.*	1.00	25.00	2.14	0.38
Total				59.0	1475.0	36.8	5.2
Promedio				2.4	59.0	1.5	0.2
1	BsMn02	7	*Beilschmiedia sp*	1.00	25.00	0.90	0.16
2	BsMn02	7	*Clusia flavida (Benth.) Pipoly.*	4.00	100.00	1.79	0.16
3	BsMn02	7	*Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin*	1.00	25.00	3.70	0.66
4	BsMn02	7	*Faramea coerulescens K. Schum & Krause.*	2.00	50.00	2.15	0.27
5	BsMn02	7	*Hedyosmum purpurascens Todzia.*	2.00	50.00	2.40	0.30
6	BsMn02	7	*Ilex nervosa Triana*	10.00	250.00	1.67	0.09
7	BsMn02	7	*Ilex sp*	1.00	25.00	0.90	0.16
8	BsMn02	7	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	1.00	25.00	1.35	0.24
9	BsMn02	7	*Oreopanax sp*	4.00	100.00	1.87	0.17
10	BsMn02	7	*Palicourea heterochroma K. Schum. & K. Krause*	3.00	75.00	2.00	0.21
11	BsMn02	7	*Podocarpus oleifolius D. Don. ex Lamb.*	5.00	125.00	1.95	0.16
12	BsMn02	7	*Ruagea hirsuta (AC. DC.) Horns.*	2.00	50.00	1.95	0.25
13	BsMn02	7	*Symplocos coriacea A. DC.*	3.00	75.00	1.80	0.19
14	BsMn02	7	*Viburnum pichinchense Benth.*	3.00	75.00	1.50	0.15
Total				42.0	1050.0	25.9	3.2
Promedio				3.0	75.0	1.9	0.2

Anexo 6. Continuación…

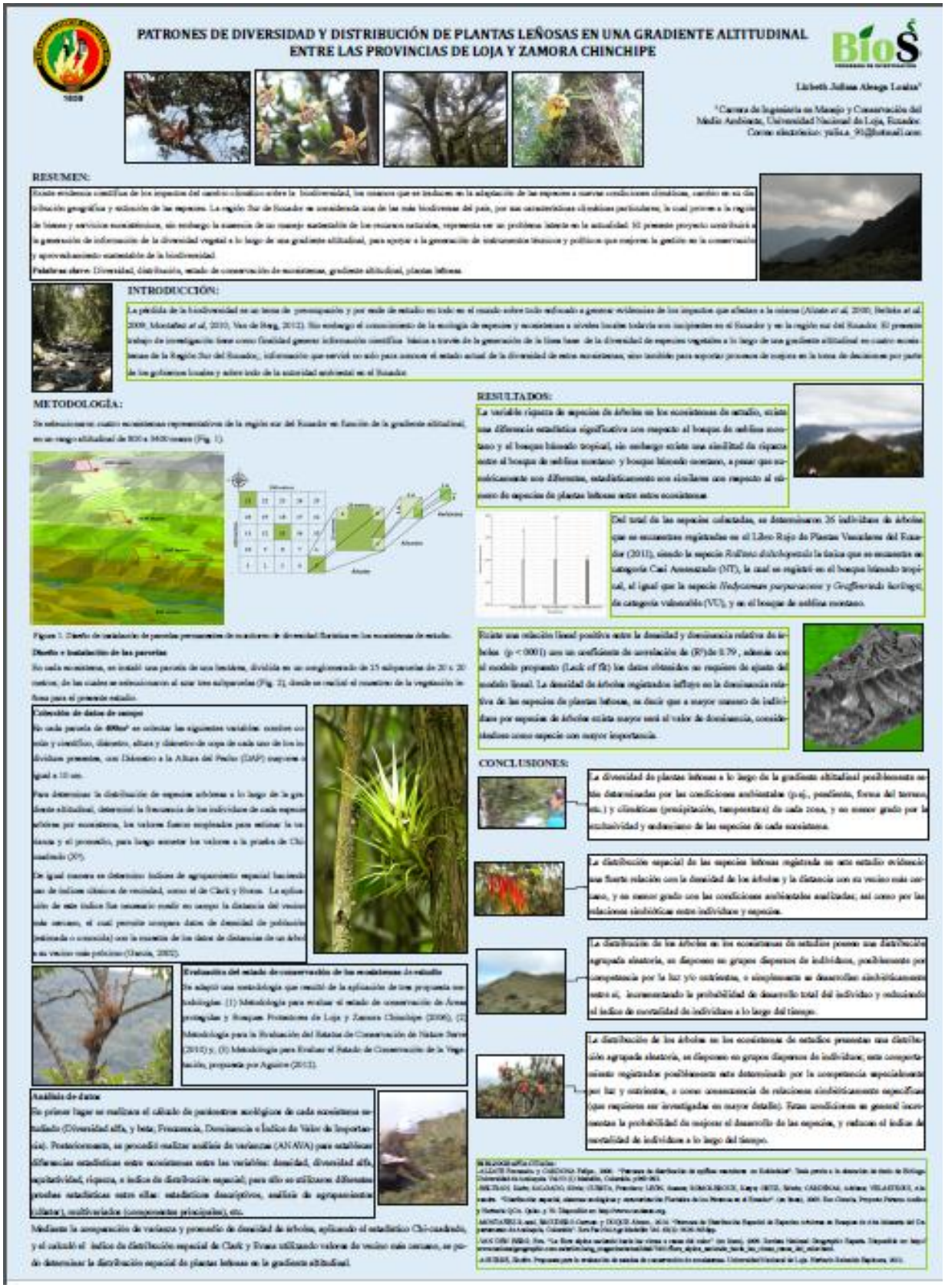
Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/ha	Dist_VC	ICE
1	BsMn02	10	*Clethra fimbriata Kunth.*	2.00	50.00	1.07	0.13
2	BsMn02	10	*Clusia flavida (Benth.) Pipoly.*	1.00	25.00	3.10	0.55
3	BsMn02	10	*Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin*	6.00	150.00	2.10	0.15
4	BsMn02	10	*Dendrophorbium sp*	1.00	25.00	1.94	0.35
5	BsMn02	10	*Faramea coerulescens K. Schum & Krause.*	1.00	25.00	1.05	0.19
6	BsMn02	10	*Graffenrieda harlingii Wurdack.*	2.00	50.00	2.75	0.35
7	BsMn02	10	*Guettarda hirsuta (Ruiz & Pav.) Pers.*	2.00	50.00	1.06	0.13
8	BsMn02	10	*Hyeronima macrocarpa Müll. Arg.*	2.00	50.00	0.80	0.10
9	BsMn02	10	*Ilex nervosa Triana*	2.00	50.00	1.88	0.24
10	BsMn02	10	*Ilex rimbachii Standl.*	1.00	25.00	1.40	0.25
11	BsMn02	10	*Markea sp*	1.00	25.00	2.65	0.47
12	BsMn02	10	*Meriania sp*	3.00	75.00	2.09	0.22
13	BsMn02	10	*Miconia micropetala Cogn*	3.00	75.00	2.08	0.21
14	BsMn02	10	*Miconia sp3*	1.00	25.00	0.85	0.15
15	BsMn02	10	*Myrsine andina (Mez.) Pipoly.*	3.00	75.00	1.25	0.13
16	BsMn02	10	*Nectandra laurel Nees.*	1.00	25.00	1.35	0.24
17	BsMn02	10	*Oreopanax sp*	1.00	25.00	2.21	0.39
18	BsMn02	10	*Palicourea heterochroma K. Schum. & K. Krause*	1.00	25.00	1.36	0.24
19	BsMn02	10	*Panopsis multiflora (Schott ex Spreng.) Ducke*	1.00	25.00	1.04	0.19
20	BsMn02	10	*Podocarpus oleifolius D. Don. ex Lamb.*	2.00	50.00	2.53	0.32
21	BsMn02	10	*Prunus opaca (Benth.) Walp.*	2.00	50.00	1.38	0.17
22	BsMn02	10	*Ruagea hirsuta (AC. DC.) Horns.*	1.00	25.00	2.15	0.38
23	BsMn02	10	*Symplocos coriacea A. DC.*	2.00	50.00	0.84	0.11
24	BsMn02	10	*Viburnum pichinchense Benth.*	1.00	25.00	1.94	0.35
Total				45.0	1125.0	42.7	6.3
Promedio				1.8	45.0	1.7	0.3
1	BsPa02	15	*Albizia sp*	1.00	25.00	8.49	1.51
2	BsPa02	15	*Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.*	2.00	50.00	2.80	0.35
3	BsPa02	15	*Aparisthmium cordatum (A. Juss.) Baill.*	5.00	125.00	3.55	0.28
4	BsPa02	15	*Beilschmiedia sp*	1.00	25.00	0.93	0.17
5	BsPa02	15	*Casearia sp*	1.00	25.00	4.18	0.75
6	BsPa02	15	*Ficus cuatrecasana Dugand*	1.00	25.00	3.15	0.56
7	BsPa02	15	*Inga acreana Harms*	2.00	50.00	1.34	0.17
8	BsPa02	15	*Iriartea deltoidea Ruiz & Pav.*	2.00	50.00	2.27	0.29
9	BsPa02	15	*Maclura tinctoria (L.) Steud.*	1.00	25.00	2.95	0.53
10	BsPa02	15	*Miconia sp*	1.00	25.00	2.20	0.39
11	BsPa02	15	*Sapium marmierí Huber*	1.00	25.00	1.80	0.32
12	BsPa02	15	*Sorocea trophoides W.C. Burger*	2.00	50.00	1.89	0.24
13	BsPa02	15	*Terminalia amazónica (J.F. Gmel.) Exell*	1.00	25.00	1.00	0.18
14	BsPa02	15	*Triplaris cumingiana Fisch. & C.A. Mey. ex C. A. Mey.*	1.00	25.00	1.80	0.32
Total				22.0	550.0	38.3	6.1
Promedio				1.6	39.3	2.7	0.4

Anexo 6. Continuación…

Id	Ecosistema	Parcela	Nombre Científico	#Ind/400m²	#Ind/ha	Dist_VC	ICE
1	BsPa02	16	*Aegiphila integrifolia (Jacq.) B.D. Jacks.*	1.00	25.00	0.40	0.07
2	BsPa02	16	*Alchornea glandulosa Poepp. & Endl.*	1.00	25.00	1.15	0.21
3	BsPa02	16	*Alchornea latifolia Sw.*	2.00	50.00	0.20	0.03
4	BsPa02	16	*Aparisthmium cordatum (A. Juss.) Baill.*	1.00	25.00	2.48	0.44
5	BsPa02	16	*Casearia sp*	1.00	25.00	5.03	0.90
6	BsPa02	16	*Cecropia montana Warb. Ex Snethl.*	1.00	25.00	2.62	0.47
7	BsPa02	16	*Ficus pertusa L. f.*	1.00	25.00	1.99	0.36
8	BsPa02	16	*Grias peruviana Miers*	3.00	75.00	1.77	0.18
9	BsPa02	16	*Iriartea deltoidea Ruiz & Pav.*	9.00	225.00	2.23	0.13
10	BsPa02	16	*Jacaratia digitata (Poepp& Endl.) Solms*	1.00	25.00	2.48	0.44
11	BsPa02	16	*Miconia sp*	1.00	25.00	1.15	0.21
12	BsPa02	16	*Psychotria sp*	1.00	25.00	2.94	0.52
13	BsPa02	16	*Rollinia dolichopetala R.E Fr.*	1.00	25.00	0.47	0.08
14	BsPa02	16	*Sapium marmierí Huber*	2.00	50.00	0.66	0.08
Total				26.0	650.0	25.6	4.1
Promedio				1.9	46.4	1.8	0.3
1	BsPa02	22	*Aparisthmium cordatum (A. Juss.) Baill.*	1.00	25.00	1.45	0.26
2	BsPa02	22	*Batocarpus sp*	1.00	25.00	0.30	0.05
3	BsPa02	22	*Batocarpus sp2*	2.00	50.00	2.58	0.33
4	BsPa02	22	*Caryodendron orinocense H. Karst.*	5.00	125.00	1.61	0.13
5	BsPa02	22	*Claricia racemosa Ruiz & Pav.*	1.00	25.00	1.55	0.28
6	BsPa02	22	*Grias peruviana Miers*	6.00	150.00	2.62	0.19
7	BsPa02	22	*Guarea sp*	2.00	50.00	1.26	0.16
8	BsPa02	22	*Guarea kunthiana A. Juss.*	2.00	50.00	2.79	0.35
9	BsPa02	22	*Inga acreana Harms*	1.00	25.00	0.25	0.04
10	BsPa02	22	*Inga edulis Mart.*	1.00	25.00	1.50	0.27
11	BsPa02	22	*Iriartea deltoidea Ruiz & Pav.*	1.00	25.00	5.85	1.04
12	BsPa02	22	*Naucleopsis sp*	1.00	25.00	1.26	0.22
13	BsPa02	22	*Sapium marmierí Huber*	2.00	50.00	1.58	0.20
14	BsPa02	22	*Sorocea trophoides W.C. Burger*	2.00	50.00	2.67	0.34
Total				28.0	700.0	27.3	3.9
Promedio				2.0	50.0	1.9	0.3

BsPa02: Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú; BsMn02: Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes; BsAn02: Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes y AsSn01: Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo; Dist_VC; Distancia por especie del vecino más cercano; ICE: Índice de distribución espacial de árboles de Clark y Evans.

Anexo 7. Poster descriptivo de la investigación.



PATRONES DE DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS LEÑOSAS EN UNA GRADIENTE ALTITUDINAL ENTRE LAS PROVINCIAS DE LOJA Y ZAMORA CHINCHIPE

Lizbeth Julissa Abrego Loaiza*

*Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
Correo electrónico: julia.a_91@hotmail.com

RESUMEN:

Existe evidencia científica de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, los mismos que se traducen en la adaptación de las especies a nuevas condiciones climáticas, cambio en su distribución geográfica y extinción de las especies. La región Sur de Ecuador se considerada una de las más biodiversas del país, por sus características climáticas particulares, lo cual provee a la región de bienes y servicios ecosistémicos, sin embargo la ausencia de un manejo sostenible de los recursos naturales, representa en un problema latente en la actualidad. El presente proyecto contribuirá a la generación de información de la diversidad vegetal a lo largo de una gradiente altitudinal, para ayudar a la generación de instrumentos técnicos y políticos que mejoren la gestión en la conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad.

Palabras clave: Diversidad, distribución, estado de conservación de ecosistemas, gradiente altitudinal, plantas leñosas.

INTRODUCCIÓN:

La pérdida de la biodiversidad es un tema de preocupación y por ende de estudio en todo el mundo sobre todo enfocado a generar evidencias de los impactos que afectan a la misma (Alcaide et al, 2008; Bellido et al, 2009; Montañez et al, 2010; Van de Berg, 2012). Sin embargo el conocimiento de la ecología de especies y ecosistemas a niveles locales tolera son incipientes en el Ecuador y en la región sur del Ecuador. El presente trabajo de investigación tiene como finalidad generar información científica básica a través de la generación de la línea base de la diversidad de especies vegetales a lo largo de una gradiente altitudinal en cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador, información que servirá no solo para conocer el estado actual de la diversidad de estos ecosistemas, sino también para aportar procesos de cambio en la toma de decisiones por parte de los gobiernos locales y sobre todo de la autoridad ambiental en el Ecuador.

METODOLOGÍA:

Se seleccionaron cuatro ecosistemas representativos de la región sur del Ecuador en función de la gradiente altitudinal, en un rango altitudinal de 800 a 3400 metros (Fig. 1).

Figura 1. Diseño de instalación de parcelas permanentes de muestreo de diversidad florística en los ecosistemas de estudio.

Diseño e instalación de las parcelas

En cada ecosistema, se instaló una parcela de una hectárea, dividida en un conglomerado de 25 subparcelas de 20 x 20 metros, de las cuales se seleccionaron al azar tres subparcelas (Fig. 2), donde se realizó el muestreo de la vegetación leñosa para el presente estudio.

Colección de datos de campo

En cada parcela de 400m² se colectan las siguientes variables: nombre común y científico, diámetro, altura y diámetro de copa de cada uno de los individuos presentes, con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) mayores e igual a 10 cm.

Para determinar la distribución de especies arbóreas a lo largo de la gradiente altitudinal, determinó la frecuencia de los individuos de cada especie arbórea por ecosistema, los valores fueron empleados para estimar la riqueza y el promedio, para luego someter los valores a la prueba de Chi-cuadrado (X²).

De igual manera se determinó índices de agrupamiento espacial haciendo uso de índices clásicos de vecindad, como el de Clark y Evans. La aplicación de este índice fue necesario contar en campo la distancia del vecino más cercano, el cual provee ocupan datos de densidad de población (estimada o conocida) con la cuenta de los datos de distancias de un árbol a su vecino más próximo (García, 2002).

Evaluación del estado de conservación de los ecosistemas de estudio

Se adaptó una metodología que resultó de la aplicación de tres propuestas metodológicas: (1) Metodología para evaluar el estado de conservación de Áreas protegidas y Bosques Protectores de Loja y Zamora Chinchipe (2006), (2) Metodología para la Evaluación del Estatus de Conservación de Nature Serve (2002) y, (3) Metodología para Evaluar el Estado de Conservación de la Vegetación, propuesta por Aguirre (2012).

Análisis de datos

En primer lugar se realizará el cálculo de parámetros ecológicos de cada ecosistema estudiado (Diversidad alfa, y beta, Frecuencia, Dominancia e Índice de Valor de Importancia). Posteriormente, se procedió realizar análisis de varianza (ANAVA) para establecer diferencias estadísticas entre ecosistemas entre las variables: densidad, diversidad alfa, equitatividad, riqueza, e índice de distribución espacial; para ello se utilizaron diferentes pruebas estadísticas entre ellas: estadísticos descriptivos, análisis de agrupamiento (cluster), multivariados (componentes principales), etc.

Mediante la comparación de varianza y promedio de densidad de árboles, aplicando el estadístico Chi-cuadrado, y el cálculo el índice de distribución espacial de Clark y Evans utilizando valores de vecino más cercano, se pudo determinar la distribución espacial de plantas leñosas en la gradiente altitudinal.

RESULTADOS:

La variable riqueza de especies de árboles en los ecosistemas de estudio, existe una diferencia estadística significativa con respecto al bosque de ceja montano y el bosque húmedo tropical, sin embargo existe una similitud de riqueza entre el bosque de ceja montano y bosque húmedo montano, a pesar que numéricamente son diferentes, estadísticamente son similares con respecto al número de especies de plantas leñosas entre estos ecosistemas.

Del total de las especies colectadas, se determinaron 26 individuos de árboles que se encuentran registrados en el Libro Rojo de Plantas Vasculares del Ecuador (2011), siendo la especie *Podocarpus oleifolius* la única que se encuentra en categoría Casi Amenazado (NT), la cual se registró en el bosque húmedo tropical, al igual que la especie *Hedyosmum purpurascens* y *Graffenrieda herlingii*, de categoría vulnerable (VU), y en el bosque de ceja montano.

Existe una relación lineal positiva entre la densidad y dominancia relativa de árboles ($p < 0.001$) con un coeficiente de correlación de (R^2) de 0.79, además con el modelo propuesto (Lack of fit) los datos obtenidos se requiere de ajuste del modelo lineal. La densidad de árboles registrados influye en la dominancia relativa de las especies de plantas leñosas, es decir que a mayor número de individuos por especies de árboles existe mayor será el valor de dominancia, considerándose como especie con mayor importancia.

CONCLUSIONES:

La diversidad de plantas leñosas a lo largo de la gradiente altitudinal posiblemente están determinadas por las condiciones ambientales (p.ej., pendiente, forma del terreno, etc.) y climáticas (precipitación, temperatura) de cada zona, y en menor grado por la estacionalidad y endemismo de las especies de cada ecosistema.

La distribución espacial de las especies leñosas registrada en este estudio evidencia una fuerte relación con la densidad de los árboles y la distancia con su vecino más cercano, y en menor grado con las condiciones ambientales analizadas, así como por las relaciones simbióticas entre individuos y especies.

La distribución de los árboles en los ecosistemas de estudios posee una distribución agrupada aleatoria, es decir que en grupos dispersos de individuos, posiblemente por competencia por la luz y/o nutrientes, o simplemente se desarrollan simbióticamente entre sí, incrementando la probabilidad de desarrollo total del individuo y reduciendo el índice de mortalidad de individuos a lo largo del tiempo.

La distribución de los árboles en los ecosistemas de estudios presentan una distribución agrupada aleatoria, es decir que en grupos dispersos de individuos, esta comportamiento registrados posiblemente esta determinado por la competencia especialmente por luz y nutrientes, o como consecuencia de relaciones simbióticamente específicas (que requieren ser investigadas en mayor detalle). Estas condiciones en general incrementan la probabilidad de mejorar el desarrollo de las especies, y reducen el índice de mortalidad de individuos a lo largo del tiempo.

Anexo 8. Fotografías de salidas de campo de ecosistemas de estudio.

Figura 44. Fase de Campo colección de datos en el Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú.

Figura 45. Fase de Campo colección de datos en el Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes.

Figura 46. Fase de Campo colección de datos en el Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes.

Figura 47. Fase de Campo colección de datos en el Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo.