

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

BIÓLOGO

TEMA:

**ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA
DEL PARQUE ECOLÓGICO NUEVA LOJA, CANTÓN LAGO
AGRIO, PROVINCIA SUCUMBÍOS.**

AUTORES:

**SILVIA MARIBEL GUARNIZO MOCHA
LADY JAZMÍN SARANGO TORRES**

TUTOR:

ING. CABRERA QUEZADA MANUEL. Msc.

LAGO AGRIO – ECUADOR

2021 - 2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quienes suscriben, Lady Jazmín Sarango Torres, con C.I. 2100789581 y Silvia Maribel Guarnizo Mocha, con C.I. 0604861609, hacemos constar que somos autoras del Trabajo de integración curricular titulado: **“ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL PARQUE ECOLÓGICO NUEVA LOJA, CANTÓN LAGO AGRIO, PROVINCIA SUCUMBÍOS”**, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Msc. Manuel Cabrera Quezada. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Lago Agrio, a los 07 días del mes julio del 2021.

Lady Jazmín Sarango Torres

C.I. 2100789581

Silvia Maribel Guarnizo Mocha

C.I. 0604861609

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el trabajo de integración Curricular titulado: **“ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL PARQUE ECOLÓGICO NUEVA LOJA, CANTÓN LAGO AGRIO, PROVINCIA SUCUMBÍOS”**



Firmado digitalmente por:
**DANNY LUIS
URQUIZO**

Msc. Danny Luis Urquizo Quinzo
Presidente del Tribunal



Firmado digitalmente por:
**LEANDRO PASCAL
MALDONADO ORTIZ**

Msc. Leandro Pascal Maldonado Ortiz
Miembro del Tribunal



Firmado digitalmente por:
**PABLO DANILLO
CARRERA
OSCULLO**

Msc. Pablo Danilo Carrera Oscullo
Miembro del Tribunal

**CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL
SISTEMA ANTI PLAGIO**

Quien suscribe el presente Msc. Manuel Cabrera Quezada con C.I. 1103507941 certifica que el Trabajo de Integración Curricular Titulado: “**ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL PARQUE ECOLÓGICO NUEVA LOJA, CANTÓN LAGO AGRIO, PROVINCIA SUCUMBÍOS**”, ha sido examinado a través del sistema Anti plagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 7 %

En el cantón Lago Agrio, a los 7 días del mes de julio del 2021



Firmado electrónicamente por:

**MANUEL
CABRERA**

Msc. Manuel Cabrera Quezada

Director del Trabajo de Integración Curricular

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Lady Jazmín Sarango Torres, declaro que el trabajo de investigación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular.

Lady Jazmín Sarango Torres

C.I. 2100789581

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Silvia Maribel Guarnizo Mocha, declaro que el trabajo de investigación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular.

Silvia Maribel Guarnizo Mocha

C.I. 0604861609

DEDICATORIA

A Dios, por todas las bendiciones recibidas para nuestro crecimiento personal y profesional. A nuestros padres, familiares, maestros y amigos por el apoyo incondicional en todo el transcurso de la carrera académica.

Lady Sarango¹
Maribel Guarnizo²

AGRADECIMIENTO

Manifiesto mi sincero agradecimiento a quienes hicieron posible la culminación del presente trabajo de investigación:

Un sincero agradecimiento al ingeniero Manuel Cabrera, director de tesis, quien nos brindó su apoyo técnico y humanístico en la fase de campo, análisis de la información, dirección y revisión del presente trabajo.

Al ingeniero forestal, Richard Hernández, especialista forestal del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), por el apoyo y colaboración en la identificación de las especies dentro del área de estudio.

Al área de administración de inmobiliaria por autorizar que se realice el estudio de estructura y diversidad del Parque Ecológico Nueva Loja

A la Universidad Estatal Amazónica por permitirnos preparar y adquirir conocimientos, a todos los docentes quienes participaron de nuestra formación académica, por su paciencia y motivación para poder terminar los estudios con éxito.

Lady Sarango¹

Maribel Guarnizo²

RESUMEN

El trabajo investigativo se llevó a cabo desde diciembre de 2020 a julio 2021, se evaluaron la estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja ubicado en la provincia de Sucumbíos, cantón Lago Agrio, parroquia Nueva Loja. Se establecieron 10 transectos temporales de 10 m x 50 m, registrando a todos los individuos con un $DAP_{1,3m} \geq 10$ cm, para ello se eligieron lugares representativos sin la intervención de senderos, para la recolección de datos de regeneración natural se establecieron subparcelas de 100 m² (categoría III), 25 m² (categoría II) y 4 m² (categoría I). La identificación de las especies se realizó con la colaboración de botánicos de la zona y especialistas forestales del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), y la ayuda de páginas web especializadas. En el área de muestreo (5000 m²), se registraron 269 individuos, agrupados en 27 familias y 59 especies. Las familias más diversas fueron: Fabaceae 10 especies (16,9%); seguidas de Moraceae 6 especies (10,2%); Arecaceae y Urticaceae con 5 especies (8,5 %); y Malvaceae 4 especies (6,8%). Las cinco familias más diversas representan el 50,8%, mientras que las 22 familias restantes suman en conjunto 49,2 % de las especies presentes. En el análisis de la estructura horizontal las especies con mayor importancia ecológica fueron: *Ficus maxima* Mill., con 11,17 %, *Ficus insipida* Willd., con 10,94 %, *Ocotea* spp Aubl., con 4,56 %, *Piptadenia pteroclada* Benth, con 4,31 %, y *Sapium* sp. Jacq., con 3,88%. La estructura horizontal y vertical se representó por el índice de valor de importancia ecológicamente ampliado (IVIA). Las especies más representativas son: *Inga* sp. A. St.-Hill con 8,17 %, *Ficus maxima* Mill., con 6,63 %, *Guarea kunthiana* A. Juss., con 6,41% *Ficus insipida* Willd., con 6,02 %, *Guarea macrophylla* M. Vahl., con 5,66 %.

Palabras claves: AMAZONÍA ECUATORIANA, CATEGORÍAS, ESTRUCTURA VERTICAL, FLORÍSTICO, REGENERACIÓN.

ABSTRACT

The research work was carried out from December 2020 to July 2021, evaluating the structure and diversity of the arboreal vegetation of the Nueva Loja Ecological Park located in the province of Sucumbíos, Lago Agrio canton, Nueva Loja parish. Ten temporary transects of 10 m x 50 m were established, recording all individuals with a $DBH_{1,3m} \geq 10$ cm, for this purpose representative sites were chosen without the intervention of trails, for the collection of data on natural regeneration subplots of 100 m² (category III), 25 m² (category II) and 4 m² (category I) were established. Species identification was carried out with the collaboration of local botanists and forestry specialists from the Ministry of Environment, Water and Ecological Transition (MAATE), and with the help of specialized websites. In the sampling area (5000 m²), 269 individuals were recorded, grouped into 27 families and 59 species. The most diverse families were: Fabaceae 10 species (16,9%); followed by Moraceae 6 species (10,2%); Arecaceae and Urticaceae with 5 species (8,5%); and Malvaceae 4 species (6,8%). The five most diverse families represent 50,8%, while the remaining 22 families together account for 49,2% of the species present. In the analysis of the horizontal structure, the species with the greatest ecological importance were: *Ficus maxima* Mill., with 11,17 %, *Ficus insipida* Willd., with 10,94 %, *Ocotea* spp Aubl., with 4,56 %, *Piptadenia pteroclada* Benth with 4,31 %, and *Sapium* sp. Jacq. with 3,88 %. The horizontal and vertical structure was represented by the ecologically important value index (IVIA). The most representative species are: *Inga* sp. A. St.-Hill with 8,17 %, *Ficus maxima* Mill. with 6,63 %, *Guarea kunthiana* A. Juss. with 6,41 %, *Ficus insipida* Willd. with 6,02 %, *Guarea macrophylla* M. Vahl. with 5,66 %.

Keywords: ECUADORIAN AMAZON, CATEGORIES, VERTICAL STRUCTURE, FLORISTIC, REGENERATION.

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.3 Justificación.....	5
CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1 Composición florística	6
2.2 Biodiversidad.....	6
2.3 La Biodiversidad del Ecuador	6
2.4 Riqueza florística	6
2.5 Estructura horizontal.....	7
2.6 Parámetros estructurales	7
2.6.1 <i>Densidad o abundancia (D)</i>	7
2.6.3 <i>Frecuencia relativa (Fr)</i>	8
2.6.4 <i>Dominancia (D)</i>	8
2.6.5 <i>Índice de valor de importancia (IVI)</i>	8
2.7 Estructura vertical.....	9
2.7.1 <i>Posición sociológica (PS)</i>	9
2.7.2 <i>Regeneración natural (RN)</i>	9
2.7.3 <i>Índice de valor de importancia ampliado (IVIA)</i>	9
2.8 Diversidad alfa	9

2.9	Métodos no paramétricos	9
2.9.1	<i>Estimadores no paramétricos de Chao</i>	10
2.9.2	<i>Chao 1</i>	10
2.10	Parque ecológico	10
2.10.1	<i>Parque Ecológico Nueva Loja (PENL)</i>	10
2.11	Estudios realizados en los bosques tropicales de la Amazonía del Ecuador.....	11
2.11.1	<i>Estructura y composición florística, posterior al aprovechamiento de un bosque húmedo tropical en el nororiente de la Amazonía ecuatoriana</i>	11
2.11.2	<i>Composición florística, estructura y estado de conservación del bosque siempreverde montano bajo de la cordillera del Condor – Kutuku, en la microcuenca “El Padmi”, Zasmora Chinchipe - Ecuador</i>	11
2.11.3	<i>Diversidad, estructura y concentración de carbono en un bosque siempreverde piemontano de 800 a 900 msnm, en la Amazonía ecuatoriana</i>	11
2.11.4	<i>Flora y endemismo del bosque húmedo tropical de la Quinta El Padmi, Zamora Chinchipe</i>	11
2.11.5	<i>Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador</i>	12
2.11.6	<i>Riqueza, estructura y diversidad arbórea del bosque montano bajo, Zamora Chinchipe – Ecuador</i>	12
CAPITLO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		13
3.1	Descripción del área de estudio	13
3.1.1	<i>Ubicación política</i>	13
3.1.2	<i>Ubicación geográfica</i>	13
3.2	Establecimiento de transectos	14
3.3	Enfoque de investigación	15
3.4	Métodos de investigación.....	15
3.4.1	<i>Selección de sitios de investigación y muestreo</i>	15

3.4.2	<i>Registro de datos</i>	16
3.5	Análisis de la información – Estructuras	16
3.5.1	<i>Estimadores Chao en el programa EstimateS</i>	16
3.6	Estructura horizontal.....	16
3.7	Estructura vertical.....	17
3.7.1	<i>Posición sociológica (PS)</i>	17
3.7.2	<i>Regeneración natural (RN)</i>	18
3.7.3	<i>Categoría de tamaño absoluta (CTaRN)</i>	19
3.7.4	<i>Índice de valor de importancia ampliado (IVIA)</i>	21
3.8	Índices de diversidad alfa.....	22
3.8.1	<i>Índice de Shannon – Wiener</i>	22
3.8.2	<i>Índice de Simpson</i>	22
CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS		24
4.1	Curva de acumulación de especies	24
4.2	Identificación de la composición florística de la vegetación arbórea del área de estudio.....	24
4.3	Determinar la estructura horizontal y vertical de la vegetación arbórea del área de estudio.....	27
4.3.1	<i>Estructura horizontal</i>	27
4.3.2	<i>Estructura vertical</i>	30
4.4	Evaluar la diversidad alfa de la vegetación arbórea del área de estudio.....	36
4.4.1	<i>Índice de diversidad de Shannon – Wiener</i>	36
4.4.2	<i>Índice de diversidad de Simpson</i>	36
CONCLUSIONES		37
RECOMENDACIONES		38
REFERENCIAS		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3. Ubicación geográfica del área de estudio en coordenadas UTM.	13
Tabla 2-3. Categorías de tamaños para regeneración.	18
Tabla 3-3. Escala de significancia de valores del índice de diversidad Shannon – Wiener.	22
Tabla 4-3. Escala de significancia del índice de diversidad de Simpson.	23
Tabla 5-4. Familias con mayor y menor número de especies arbóreas en el Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.	25
Tabla 6-4. Especies ecológicas más y menos importantes de acuerdo con el índice de valor de importancia referente al Parque Ecológico Nueva Loja – Sucumbíos - Ecuador 2021	29
Tabla 7-4. Posición Sociológica (PS) de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.	31
Tabla 8.4. Especies ecológicas más y menos importantes de acuerdo con el IVIA. Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos - Ecuador 2021.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3. Mapa de ubicación del área de estudio.....	14
Figura 2-3. Esquema de parcelas para regeneración natural dentro de los transectos. ..	15
Figura 3-4. Curva de acumulación de especies estimador de riqueza Chao1. Parque Ecológico Nueva Loja - -Sucumbíos Ecuador 2021.	24
Figura 4-4. Familias con mayor y menor diversidad de especies Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.	26
Figura 5-4. Índice de valor de importancia de las especies más representativas del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.	30
Figura 6-4. Posición sociológica (PS) de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos - Ecuador 2021.....	32
Figura 7-4. Abundancia relativa de la regeneración natural de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos - Ecuador 2021.....	33
Figura 8-4. Frecuencia absoluta y relativa de la regeneración natural de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.....	34
Figura 9-4. Índice de Valor de Importancia Ampliado de las especies más significativas del Parque Ecológicos Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.....	35
Figuras 10-8. Recolección de datos de campo.....	67
Figura 11-8. Identificación de la vegetación arbórea <i>in situ</i>	67

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1. Introducción

Los bosques poseen y refugian una gran biodiversidad terrestre en el planeta, proporcionando hábitats para el 80% de las especies de anfibios, el 75% de las especies de aves y el 68% de las especies de las especies de mamíferos (FAO, 2020). En la base de datos GlobalTreeSearch (BGCI, 2021) hay más de 60 000 especies de árboles registradas. De las cuales alrededor del 60% de las plantas vasculares se encuentran en bosques tropicales (FAO y PNUMA, 2020).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020) citó que la diversidad biológica forestal puede examinarse en diferentes niveles, incluidos los niveles ecosistémicos, territoriales, de especies, de población y genéticos, produciendo interacciones complejas dentro de los dichos niveles y entre ellos. En los bosques con una gran diversidad biológica, esta complejidad permite a los organismos adaptarse a condiciones ambientales en continuo cambio, donde interactúan y mantienen las dinámicas de sus funciones ecosistémicas.

Los bosques tropicales de tierras bajas son conocidos comúnmente como selvas con la mayor biodiversidad del planeta (Wilson, 1998). En las cuales, brindan refugio para diversas especies de flora y fauna aportando funciones y servicios ecosistémicos de gran relevancia para las sociedades humanas (Martinez - Ramos *et al.*, 2012).

La Amazonía ecuatoriana se encuentra en la subregión andino-amazónica de la macrocuenca y comprende un área de transición entre los Andes y la Cordillera Real Oriental (CRO), definiendo ecosistemas de pie de monte o ceja de montaña (hasta 2300 msnm), selva alta (2200 a 600 msnm), así como la vasta llanura amazónica o selva baja, caracterizada por sus áreas y bosques de inundación (López *et al.*, 2013).

Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 2012), los bosques siempreverdes localizados en las tierras bajas de la Amazonía y Costa corresponden a un bioclima pluvial y un ombrotipo que puede presentar las combinaciones de húmedo a hiperhúmedo.

Sierra (como citó Caranqui & Romero, 2011) considera que los bosques siempreverdes amazónicos son altamente heterogéneos y diversos, con un dosel que alcanza los 30 m de altura y árboles emergentes que superan los 40 m o más de altura. A

pesar de que los factores antrópicos actualmente ponen en riesgo la vegetación natural existente, desequilibrando el relicto boscoso en la Amazonía.

La Amazonía norte del Ecuador es una de las zonas con más diversidad biológica en el mundo y también una de las más afectadas por las actividades antrópicas (De la Torre, Yépez y Payaguaje, 2012), tales como: la deforestación, cambio de uso de suelo y extracción de recursos petroleros, convirtiéndose en una de las amenazas más importantes para la conservación de la biodiversidad. Esta región es de interés permanente para científicos por poseer grandes ecosistemas boscosos y constituir un recurso para la sociedad, no sólo para producir elementos tangibles sino también como un espacio para satisfacer a las necesidades culturales y espirituales (Cabrera *et al.*, 2019).

El presente estudio se enfocó en determinar la estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja, con el fin de generar información técnica para conocer el estado de sucesión ecológica del bosque y contribuir, con una base de datos para futuros trabajos de investigación en las diferentes áreas biológicas, mediante estrategias que enriquezcan la biodiversidad del área de estudio.

1.1.Planteamiento del problema

¿Cuál es la estructura y diversidad arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja, ubicado dentro la ciudad?

El Parque Ecológico Nueva Loja (PENL) constituye un relicto boscoso en estado de sucesión enmarcado dentro de un complejo antrópico que tiene la influencia de factores como: la contaminación acústica, emisiones de gases y generación de residuos; provocando desestabilidad para las especies tanto de flora como fauna. Sin embargo, la presencia de este ecosistema brinda grandes beneficios a la población, favoreciendo la convivencia social, por sus cualidades intrínsecas, promoviendo condiciones adecuadas para la relajación y convivencia con la naturaleza; sin olvidar que sirve como refugio de algunas especies de fauna silvestre debido a que aún mantiene una gran parte del área como bosque en estado de sucesión.

La investigación se enfoca en el estudio de diversidad arbórea en el ecosistema del PENL; con la finalidad de suplir el déficit de información y el desconocimiento de su estructura y riqueza florística. Este vacío de información ha dificultado considerablemente la implementación de estrategias efectivas de manejo de los recursos asociados a la flora.

Bajo este contexto, la presente investigación se desarrolló dentro del Parque Ecológico Nueva Loja, en el cual se generó información valiosa en cuanto a la estructura y diversidad de la vegetación arbórea; que contribuirá a desarrollar y efectuar acciones dirigidas al buen manejo y gestión de este ecosistema. Así mismo, el estudio realizado constituye un aporte significativo para el conocimiento de la diversidad florística del área de estudio.

La investigación se realizó en el periodo comprendido de diciembre 2020 a julio 2021, con el apoyo técnico de personal del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, para lo cual se plantearon y cumplieron los siguientes objetivos:

1.2.Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo General

- Determinar la estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia Sucumbíos.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar la composición florística de la vegetación arbórea del área de estudio.
- Determinar la estructura horizontal y vertical de la vegetación arbórea del área de estudio.
- Evaluar la diversidad alfa de la vegetación arbórea del área de estudio.

1.3.Justificación

La importancia de la riqueza florística de los bosques húmedos tropicales de la Amazonía ecuatoriana es de gran relevancia debido a la extensión que ocupan dentro del territorio, por sus valores ecológicos, bienes y servicios que producen para beneficio de las comunidades locales. La conservación y el manejo de los bosques naturales es una prioridad apremiante en la provincia, las razones de esta preocupación radican en la desaparición y el poco interés investigativo referente a las ciencias biológicas y estudios de diversidad florística.

El conocer la composición florística del área de estudio permitirá determinar el estado de conservación, las etapas de sucesión y la capacidad de resiliencia de este recurso. Asimismo, se generará información en cuanto su riqueza, estructura y diversidad como punto de partida para futuros estudios de investigación en el campo biológico.

Este estudio se realizó con el propósito de determinar la estructura y diversidad arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja (PENL) , el cual contribuirá a generar información técnica y brindar una línea base relacionada con la vegetación arbórea del área estudiada, para de esa manera poder vincularlo en planificación y toma de decisiones en la gestión de estos recursos naturales, por lo tanto este trabajo beneficiará a diversos actores sociales como: Gobierno Autónomo Descentralizado, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Ministerio del Turismo (MINTUR), Universidades e Instituciones de educación superior que estén relacionados con el área biológica o facultades de las ciencias de la vida.

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Composición florística

La composición florística está determinada por varios factores ambientales que influyen de diferentes maneras en el bosque y la heterogeneidad permite determinar las categorías de vegetación, demostrando la riqueza de especies vegetales. La riqueza se expresa mediante el número de especies por área de superficie y la equitatividad o proporcionalidad son componentes importantes de la composición de un bosque. Es importante considerar que algunas especies pueden tener cierta dominancia sobre otras y también podría encontrarse especies raras o de escasa frecuencia (Merino, 2016).

2.2 Biodiversidad

Serna (2011) mencionó que la biodiversidad se define como la variación de las formas de vida que ocupan un lugar determinado abarcando la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos, su variabilidad genética; los ecosistemas de los que hacen parte, los paisajes o las regiones en donde se ubican los ecosistemas e incluyen los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

2.3 La Biodiversidad del Ecuador

Ecuador se considera como uno de los países con mayor biodiversidad del planeta. Esta biodiversidad no se limita al número de especies por unidad de área, también incluyen los distintos tipos de ambientes naturales o ecosistemas. En 1999 un grupo de investigadores científicos hicieron una caracterización de los tipos de vegetación existente en el Ecuador, e identificaron 71 formaciones botánicas para las tres regiones naturales del Ecuador continental: 29 formaciones en la Costa, 31 en la Sierra y 11 en el Oriente (Bravo, 2014, p.13).

2.4 Riqueza florística

Quispe (2010) detalló que riqueza florística es el número total de especies de cualquier tamaño que viven en un área determinada, cambia gradualmente cuando se considera superficies cada vez mayores y diámetros o alturas cada vez menores; el tamaño muy diverso de los individuos crea dificultades, ya que cada ejemplar cuenta en los cálculos como unidad.

2.5 Estructura horizontal

La estructura horizontal es la distribución de las especies en capas o estratos, cuyos tamaños y número dependen de los tipos de forma de vida que tengan las especies, obedecen a las interacciones de diferentes factores como a las características del suelo, clima, estrategias de las especies y los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque, que se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica (Quispe, 2010, p.19).

Permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (Alvis, 2009, p.3).

2.6 Parámetros estructurales

Para realizar estudios relevantes a la caracterización de la vegetación, es necesario conocer la dinámica de las estructuras. Para ello, se aplican las siguientes fórmulas:

2.6.1 Densidad o abundancia (D)

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{Número total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Densidad (DR) \%} = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} * 100$$

Según Carbajal (2019), la abundancia se da en forma cuantitativa, corresponde al número de individuos de cada especie dentro de una asociación vegetal, referido a una unidad de superficie. La abundancia absoluta, representa el número total de individuos perteneciente a una determinada especie y la abundancia relativa: establece la participación de cada especie en porcentaje del número total de árboles registrados en la parcela de estudio, considerando el número total al 100%.

2.6.2 Frecuencia relativa (Fr)

$$\text{Frecuencia (Fr)} = \frac{\text{Número de cuadrante en que está la especie}}{\text{Número total de cuadrantes evaluados}}$$

$$\text{Frecuencia relativa (FrR)\%} = \frac{\text{Frecuencia absoluta de la especie}}{\text{Sumatoria total de las frecuencias absolutas}} \times 100$$

Carbajal (2019) mencionó que la frecuencia absoluta de una especie hace énfasis en el porcentaje de las subparcelas en que ocurre, en relación con el número total de subparcelas (100%) y la frecuencia relativa se calcula en base a la suma total de las frecuencias absolutas de un muestreo que se considera igual a 100%.

2.6.3 Dominancia (D)

$$\text{Dominancia absoluta (Dm)} = \frac{\text{Área basal de cada especie}}{\text{Área total muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa (DmR) \%} = \frac{\text{Área basal de la especie (m}^2\text{)}}{\text{Área basal de todas las especies (m}^2\text{)}} \times 100$$

Es el número de especies dominantes en un ecosistema que puede variar ampliamente. Un bosque tropical lluvioso tiene una gran diversidad de especies y puede contener una docena o más de árboles, los cuales son más abundantes que otras especies, por lo tanto, puede decirse que son dominantes (Carrera, 2014).

2.6.4 Índice de valor de importancia (IVI)

$$\text{Índice de valor de importancia (IVI)\%} = \frac{(\text{DR}\% + \text{DmR}\% + \text{Fr}\%)}{3}$$

Es un parámetro que estima el aporte ecológico de cada especie en la comunidad. El valor máximo es 300%, mientras más se aproxime a una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y están representados por la suma de los valores relativos como: dominancia, abundancia y frecuencia, muestra la importancia ecológica relativa de cada especie en el área muestreada. Y están representados por la suma de los valores relativos: $IVI = Dr + DmR + Fr$, donde Dr es la densidad relativa de la especie, DmR la dominancia relativa de la especie y Fr la frecuencia relativa de la especie (Carrera, 2014, p.21).

2.7 Estructura vertical

Aguirre (2013) menciona que “la estructura vertical hace referencia a la disposición de las plantas de acuerdo a sus formas de vida en los diferentes estratos de la comunidad vegetal, esta estructura responde a las características de las especies que lo componen y a las condiciones micro climáticas presentes en las diferentes alturas del perfil” (p.12).

2.7.1 Posición sociológica (PS)

Acosta (2014), señala que “la posición sociológica (PS) es una expresión de la expansión vertical de las especies. Es un índice que informa sobre la composición florística de los distintos sub-estratos de la vegetación y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos. El sub-estrato es una porción de la masa contenida dentro de determinados límites de altura, fijados subjetivamente, según el criterio que se haya elegido. Generalmente se distinguen tres estratos: superior, medio e inferior” (p.19).

2.7.2 Regeneración natural (RN)

De acuerdo con Acosta (2014), la regeneración natural es un proceso en el cual un bosque se recupera luego de una intervención y permite evaluar las condiciones en que se encuentra la regeneración natural de las principales especies presentes en el área. Del conocimiento de la estructura y dinámica de las jóvenes plántulas dependerá el futuro de la masa forestal.

2.7.3 Índice de valor de importancia ampliado (IVIA)

El índice de valor de importancia analiza solo la estructura horizontal y no refleja la heterogeneidad e irregularidad que pueden existir entre los estratos. Por lo que, para complementar el análisis de la estructura horizontal y vertical, se cuantifica para cada especie un nuevo índice, denominado índice de valor de importancia ampliado (IVIA), donde estima y recopila parámetros descriptivos de la estructura horizontal, vertical y de la regeneración natural (Acosta, 2014).

2.8 Diversidad alfa

Sonco (2013) citó que la diversidad alfa es la riqueza biológica de un determinado hábitat o bien el número de especies de un grupo indicador que se encuentra en una localidad, comunidad o en un mismo paisaje.

2.9 Métodos no paramétricos

Los modelos no paramétricos han sido llamados también libres de distribución (*distribution-free*) porque los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una

serie de supuestos a priori que los ajusten a un modelo determinado. Se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida. Se emplean generalmente cuando no tenemos datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Von Humboldt, 2010).

El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender y explicar, y son relativamente efectivos. Los principales modelos no paramétricos que se han empleado para la estimación de la riqueza son Jackknife de 1ro. y 2do. orden, Bootstrap y el desarrollado por Anne Chao, el Chao2. En cuanto a los no paramétricos de estructura, están el Chao1 y el estadístico Q (Escalante, 2003, p.54).

2.9.1 Estimadores no paramétricos de Chao

Escalante (2003) relata que los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos.

2.9.2 Chao 1

De acuerdo con Escalante (2003), el estimador Chao1 permite evaluar la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra, ya que existen muchas especies que solo están representadas por pocos individuos en dicha área, comparadas con las especies comunes que pueden estar presentes por diferentes individuos.

2.10 Parque ecológico

Según Sánchez (2018), un parque ecológico es un espacio verde de uso público que se caracteriza por el especial cuidado de la vegetación, ecosistemas y especies que habitan en él. El término ecológico se refiere a las interacciones que tienen los seres vivos con el medio ambiente, el objetivo de parque ecológico es de servir de protección a las especies que se acogen en ese ecosistema y crear conciencia en la población sobre la importancia de la conservación de estos espacios que a su vez permiten que se lleven investigaciones y estudios de carácter científico.

2.10.1 Parque Ecológico Nueva Loja (PENL)

El Parque Ecológico Nueva Loja está ubicado a pocos minutos del centro de la ciudad que lleva el mismo nombre, se encuentra a una altitud de 310 msnm, y está bajo la dirección del servicio de gestión inmobiliaria del sector público, entidad encargada de su administración (Burbano, 2019).

2.11 Estudios realizados en los bosques tropicales de la Amazonía del Ecuador

2.11.1 Estructura y composición florística, posterior al aprovechamiento de un bosque húmedo tropical en el nororiente de la Amazonía ecuatoriana

Maldonado (2016) en su estudio con parcelas inventariadas encontró un total de 173 individuos pertenecientes a 18 familias, 27 géneros y 30 especies diferentes, siendo las especies *Iriartea deltoidea* y *Brownea grandiceps* las que presentan un mayor número de individuos, mientras que las familias más diversas fueron Moreaceae y Malvaceae con tres géneros cada uno.

2.11.2 Composición florística, estructura y estado de conservación del bosque siempreverde montano bajo de la cordillera del Condor – Kutuku, en la microcuenca “El Padmi”, Zasmora Chinchipe - Ecuador

En el cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, se realizó el estudio de composición florística, estructura y estado de conservación del Bosque Siempreverde Montano Bajo de la Cordillera del Condor, establecido por una parcela de 10 000 m², subdividida en 25 subparcelas de 400 m². Se registraron 164 especies en la parcela, distribuidas en 126 especies arbóreas, 20 arbustos, 6 hierbas y 12 epífitas. Se registraron 1519 individuos /ha mayores o iguales a 5 cm de DAP, con un área basal de 50,46 m² /ha (Cuenca, 2015, p.35).

2.11.3 Diversidad, estructura y concentración de carbono en un bosque siempreverde piemontano de 800 a 900 msnm, en la Amazonía ecuatoriana

Torres (2016) en el estudio se registraron 385 individuos de árboles con DAP \geq 10 cm, representados por 38 géneros, 72 especie. Las Arecaceae, Moraceae, Myristicaceae, Urticaceae, Lauraceae, Annonaceae, Meliaceae, Rubiaceae y Clusiaceae fueron las familias con mayor número de especies. Los resultados de la diversidad florística según los índices de Shannon (3,71) y el índice de Simpson (0,95) revelan que este bosque siempreverde del pie de monte de Napo posee una composición florística diversa y existe dominancia de pocas especies.

2.11.4 Flora y endemismo del bosque húmedo tropical de la Quinta El Padmi, Zamora Chinchipe

El estudio realizado por Naranjo, Ramírez & Aguirre (2010), mediante dos parcelas permanentes encontraron un total de 230 especies en las parcelas “Quebrada El Padmi” y “Sendero a la Meseta Rocosa”, 135 especies son árboles, 36 arbusto, 35 hierba, 21 epifitas

vasculares y 3 especies de lianas/bejuco. Las familias más diversas fueron: Moraceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Mimosaceae. Se registraron 6 especies endémicas: *Rollinia dolichopetala*, *Swartzia aureosericea*, *Pouteria capacifolia*, *Piper longepilosum*, *Peperomia fraseri*, *Peristeria lindenii*.

2.11.5 Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador

Aguirre, *et al.* (2018) mediante parcelas temporales registró 46 especies pertenecientes a 35 géneros y 20 familias; de las cuales 33 son árboles y 13 arbustos. Las especies arbóreas ecológicamente importantes son: *Alchornea glandulosa*, *Calyptanthes* sp. y *Nectandra lineatifolia*; y en el estrato arbustivo: *Psychotria brachiata*, *Tetrorchidium andinum* y *Palicourea* sp. La regeneración natural es abundante en la categoría brinzal, *Cybianthus* sp. y *Nectandra lineatifolia* son las especies que presentan mayor regeneración natural.

2.11.6 Riqueza, estructura y diversidad arbórea del bosque montano bajo, Zamora Chinchipe – Ecuador

Palacios, *et al.* (2016) por medio de una unidad de muestreo permanente (UMP) de 1ha, contabilizando a todos los individuos con diámetro \geq a 5cm de DAP, dando un registro de 182 especies dentro de 118 géneros y 52 familias, con un total de 1515 ind/ha. La distribución de individuos por clase diamétrica fue normal y equilibrada. La familia con valores más altos fue: Rubiaceae (11,38%); Lauraceae (8,44%) y Myristicaceae (6,64%). En cuanto las especies con mayor IVI fueron; *Nectandra reticulata* (6,69%) *Otoba parvifolia* (5,08%) y *Otoba glycyarpa* (4,68%).

CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Ubicación política

El Parque Ecológico Nueva Loja (PENL) está situado en la ciudad de Nueva Loja, cantón Lago Agrio, en la provincia de Sucumbíos, región Amazónica del Ecuador. Cuenta con un área total de 30,9 hectáreas, tiene un 80% de ocupación de bosque tropical en regeneración y un 20% de infraestructura administrativa y turística. Se encuentra dentro del perímetro urbano de Nueva Loja a 310 msnm, cuenta con una temperatura que oscila entre los 37 a 39 °C con una precipitación pluviométrica (mm) de 4000 (Secretaría Técnica de Gestión Inmobiliaria de Sector Público, 2021).

3.1.2 Ubicación geográfica

El PENL se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas proyectadas en UTM con Datum: WGS 84, zona 18N.

Tabla 1-3. Ubicación geográfica del área de estudio en coordenadas UTM.

Id	Latitud (m)	Longitud (m)	Altitud (m.s.n.m.)
1	8936.76	289499.77	
2	8392.63	289506.91	
3	8402.46	289658.40	310
4	8880.26	289998.37	

Elaborado por: Guarnizo S; Sarango L

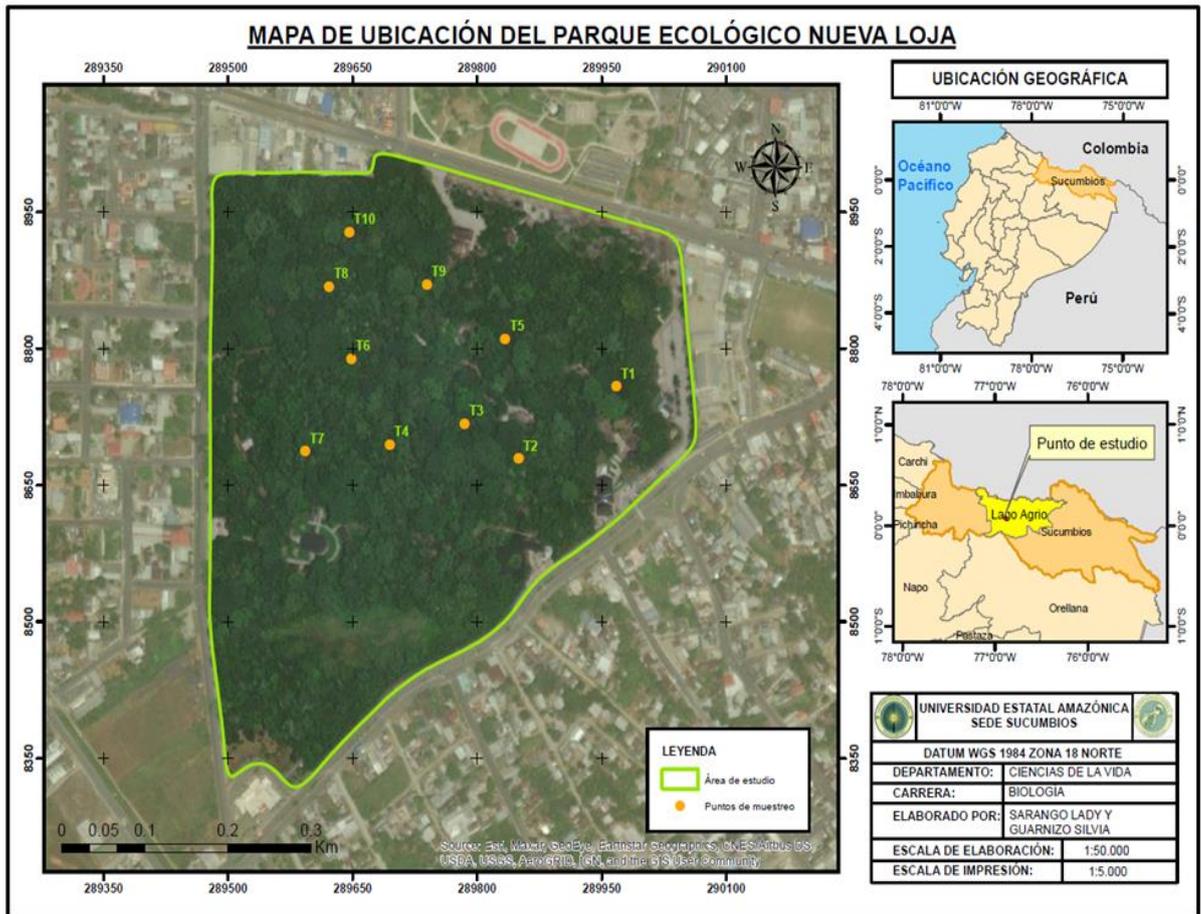


Figura 1-3. Mapa de ubicación del área de estudio.

Elaborado por: Guarnizo S; Sarango L

3.2 Establecimiento de transectos

Para evaluar la estructura y diversidad del bosque del parque, se realizó un muestreo preliminar con el fin de evaluar las condiciones de accesibilidad, se establecieron 10 transectos temporales de 10m x 50 m, distribuidas al azar, para ello se eligieron lugares representativos sin la intervención de senderos, y para la recolección de datos de regeneración natural se establecieron subparcelas de 100 m² (categoría III), 25 m² (categoría II) y 4 m² (categoría I).

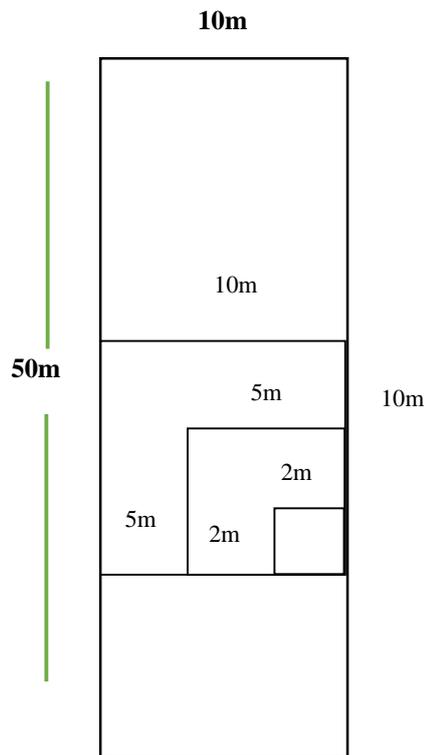


Figura 2-3. Esquema de parcelas para regeneración natural dentro de los transectos.

Realizado por: Guarnizo, S; Sarango, L

3.3 Enfoque de investigación

El presente trabajo de investigación es de carácter descriptivo, permitiendo indagar un enfoque cuantitativo siguiendo un proceso secuencial y sistemático para desarrollar la investigación, para ello se realizó actividades de campo donde se valoraron cálculos de las variables dasométricas, para de esa manera determinar la estructura y diversidad arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja, generando una línea base con información técnica del relicto boscoso localizado dentro de la ciudad.

3.4 Métodos de investigación

3.4.1 Selección de sitios de investigación y muestreo

Para determinar las características estructurales de la vegetación arbórea inicialmente se localizaron los lugares no intervenidos por turista o por senderos para evitar interrupciones en el proceso de trabajo. Posteriormente se realizaron recorridos en el área de estudio para establecer las unidades de muestreo cuantitativo, se trazaron 10 transectos de 10 m x 50 m; acorde a la metodología propuesta por Aguirre, *et al.* (2017). Para aplicar cada una de las unidades de muestreo, se lo estableció de manera homogénea abarcando en su mayoría al área de estudio. Considerando el eje central y tomando en cuenta cinco

metros a cada lado, en el que se ubicaron y registraron las especies con $DAP_{1,3m} \geq 10$ cm de cada individuo, llevando un registro de datos con: nombres comunes, nombres científicos, familias, diámetro y altura total (Cabrera *et al.*, 2019).

Para el registro de datos de los individuos se elaboró la siguiente hoja de campo que se presenta en el Anexo 1.

3.4.2 Registro de datos

Una vez obtenido los datos de recolección en campo, se contabilizaron e identificaron las especies en el área de estudio con la colaboración de botánicos de la zona y especialistas forestales del ministerio del ambiente. Los ejemplares no reconocidos en campo fueron fotografiados para de esta manera ser identificados con el apoyo de literatura especializada del Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador y la base de datos de la página web especializada como Jardín Botánico (Trópicos, 2021).

3.5 Análisis de la información – Estructuras

3.5.1 Estimadores Chao en el programa EstimateS

Para el análisis de datos se realizó mediante el programa EstimateS versión 9.1.0. Este estimador permitió trabajar en base al método de Colwell (2019) con la finalidad de obtener los siguientes estimadores no paramétricos de riqueza tales como: Chao1, ICE, Jacknife 2 y Bootstrap. Estos estimadores ayudan a evaluar los datos de presencia y ausencia de especímenes sobre el lugar de estudio, permitiendo apreciar la interpretación de algunos datos de su cobertura, referente al cálculo del índice de diversidad.

Humboldt (2010) estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas que aparecen compartidas en dos muestras).

3.6 Estructura horizontal

Según Aguirre, *et al.* (2017), la estructura horizontal es descrita mediante el índice de valor de importancia (IVI) desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie. Para determinar los parámetros estructurales de la vegetación se usaron los datos del diámetro a la altura del pecho (DAP), para de esa manera obtener los parámetros estructurales del bosque, con la sumatoria de la densidad (D), densidad relativa (DR), dominancia relativa (DmR), frecuencia (FR), e índice de valor de importancia (IVI).

En base a las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{Número total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Densidad relativa (DR)\%} = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Total de individuos}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa (DmR) \%} = \frac{\text{Área basal de la especie (m}^2\text{)}}{\text{Área basal de todas las especies (m}^2\text{)}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa (Fr)\%} = \frac{\text{Frecuencia absoluta de la especie}}{\text{Sumatoria total de las frecuencias absolutas}} \times 100$$

$$\text{Índice de valor de importancia (IVI)\%} = \frac{(\text{DR}\% + \text{DmR}\% + \text{Fr}\%)}{3}$$

3.7 Estructura vertical

El análisis de la estructura horizontal es insuficiente en un estudio fitosociológico, por eso; se propuso incluir el estudio de estructura vertical, como una forma de describir el estado sucesional en el que encuentra cada especie. De donde surge una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos. Pueden analizarse los estratos arbóreos y arbustivos conjuntamente, dividiéndolos en tres sub-estratos: superior, medio e inferior. Para ello se utilizan dos parámetros: la posición sociológica (PS) y la regeneración natural (RN) (Acosta, 2014).

3.7.1 Posición sociológica (PS)

Una especie tiene su lugar asegurado en la estructura y composición del bosque cuando se encuentra representado en todos los estratos. Por lo contrario, será dudosa su presencia en la etapa climácica, si se encuentra solamente en el sub el sub-estrato superior o superior y/o medio, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior. Siguiendo la metodología propuesta por Finol (1976), se asigna un valor fitosociológico a cada sub-estrato, en el cual se obtiene dividiendo el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies (Acosta, 2014, p.20).

$$VF = n/N$$

Donde:

VF: Valor fitosociológico del sub-estrato.

n: Número de individuos del sub-estrato.

N: Número total de individuos de todas las especies.

Para calcular el valor absoluto de PS de una especie, se suman sus valores fitosociológicos encada sub-estrato, el cual se obtiene efectuando el producto del VF del estrato considerando por el número de individuos de la especie en ese mismo estrato.

$$PSa = VF (i) * n (i) + VF (m) * n (m) + VF (s) * n (s)$$

Donde:

PSa: Posición sociológica absoluta.

VF: Valor fitosociológico del sub-estrato.

n: Número de individuos de cada especie; **i:** inferior; **m:** medio; **s:** superior.

3.7.2 *Regeneración natural (RN)*

Según Acosta (2014), para obtener datos de regeneración natural es necesario cuantificar los individuos existentes por unidad de superficie, para clasificar los renovales por categorías de altura, determinando la distribución espacial de los individuos y evaluando el vigor y el estado sanitario de las principales especies. Aquí se considerará todos los descendientes de plantas arbóreas que se encuentran entre 0,1m de altura hasta el límite de diámetro establecido en el inventario.

Fitosociológicamente la mayoría de las especies deberían presentar regeneración para que haya una sustitución normal en una asociación, según Hosokawa (1986) los individuos de la regeneración se pueden clasificar en tres categorías de tamaño.

Tabla 2-3. Categorías de tamaños para regeneración.

CATEGORÍA DE TAMAÑO	RANGOS
I	de 0,1m a 0,99 m de altura
II	de 1,0 a 1,9 m de altura
III	de 2,0 m a 4,9 cm de DAP

Fuente: (Acosta, 2014).

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

Para el registro de datos de la regeneración natural, se utilizó el siguiente modelo de hoja de campo como se muestra en el Anexo 2.

Es necesario establecer los límites para las diferentes clases de altura, donde se utilizará el número de clases y de esa manera responder a criterios distintos según las características del bosque que se estudia (Acosta, 2014). Esta distribución en clases de altura puede utilizarse para obtener un índice analítico que se denomina categoría de tamaño.

3.7.3 *Categoría de tamaño absoluta (CTaRN)*

Se fija en forma análoga a la posición sociológica (PS). Es decir, se atribuye un valor fitosociológico a cada categoría, el cual se usa para obtener este índice, como lo menciona Acosta (2014) con las siguientes fórmulas:

$$VFrn(j) = \frac{N_j}{N}$$

Donde:

VFrn (j): Valor fitosociológico de la categoría de tamaño j.

Nj: Número total de individuos de la categoría de tamaño j.

N: Número total de individuos de la regeneración natural.

Para calcular la categoría de tamaño absoluta de la regeneración natural, se utiliza la siguiente expresión:

$$CTaRN = VFrn(i) * n(i) + VFrn(m) * n(m) + VFrn(s) * n(s)$$

Donde:

CTaRN: Categoría de tamaño absoluta de la regeneración natural.

VFrn: Valor fitosociológico de la categoría de tamaño.

n: Número de individuos de la categoría de tamaño de regeneración natural: **i:** inferior;

m: medio; **s:** superior.

El valor relativo de la clase de tamaño de la regeneración natural (CTaRN) se calcula de la siguiente manera:

$$CTaRN = \frac{CTaRN}{\sum CTaRN} * 100$$

La *abundancia y frecuencia* se calcula de la misma forma que para el estrato arbóreo.

3.7.3.1 *Abundancia absoluta de la regeneración natural*

$$\mathbf{AaRNi} = \frac{\text{Número de plantulas de la especie } i}{\text{Ha (m}^2\text{)}}$$

Donde:

AaRNi: Abundancia absoluta de la regeneración natural.

3.7.3.2 *Abundancia relativa de la regeneración natural*

Es el porcentaje de la abundancia absoluta de cada especie.

3.7.3.3 *Frecuencia absoluta de la regeneración natural*

$$\mathbf{FaRNi} = \frac{Ni}{Nt}$$

Donde:

FaRNi: Frecuencia absoluta de la regeneración natural de la especie **i**.

Ni: Número de subparcelas en que está presente la especie **i**.

Nt: Número total de parcelas.

3.7.3.4 *Frecuencia relativa de la regeneración natural*

Se determina con relación a la suma de las frecuencias absolutas de la subparcela.

$$\mathbf{FrRN} = \frac{FaRNi}{\sum FaRNi}$$

Donde:

FrRNi: Frecuencia relativa de la regeneración natural de la especie **i**.

FaRNi: Frecuencia absoluta de la regeneración natural de la especie **i**.

3.7.3.5 Regeneración natural relativa

La regeneración natural relativa (RNr) para cada especie se obtiene por la media aritmética de los valores mencionados (abundancia, frecuencia y categoría de tamaño) utilizando la siguiente expresión:

$$\mathbf{RNr} = \frac{(\mathbf{ArRN} + \mathbf{FrRN} + \mathbf{CTrRN})}{3}$$

Donde:

RNr = Regeneración natural relativa.

ArRN = Abundancia relativa de la regeneración natural.

FrRN = Frecuencia relativa de la regeneración natural.

CTrRN = Categoría de tamaño relativa de la regeneración natural.

3.7.4 Índice de valor de importancia ampliado (IVIA)

Para complementar los análisis de la estructura horizontal, se cuantificará para cada especie el índice de Valor de importancia ampliado que reúne los parámetros descriptivos de la estructura horizontal, vertical y de la regeneración natural. De esta manera, la importancia fitosociológica de cada especie queda mejor explicada.

$$\mathbf{IVIA} = \text{Estructura horizontal} + \text{Estructura vertical} + \text{Regeneración natural}$$

Por el cual se aplica la siguiente fórmula para determinar IVIA:

$$\mathbf{IVIA} = \mathbf{Ar} + \mathbf{Dr} + \mathbf{Fr} + \mathbf{PSr} + \mathbf{RNr}$$

La abundancia relativa (Ar), dominancia relativa (Dr) y frecuencia relativa (Fr) definen el IVI, por lo que la expresión se resume a:

$$\mathbf{IVIA} = \mathbf{IVI} + \mathbf{PSr} + \mathbf{RNr}$$

3.8 Índices de diversidad alfa

3.8.1 Índice de Shannon – Wiener

Con el propósito de conocer que tan homogéneo o heterogéneo es el bosque, se calculó la diversidad alfa del bosque, mediante el índice de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1949), que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Aguirre, *et al.*, 2017).

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema y se calcula de la siguiente forma:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde:

S: Número total de especies.

Pi: Proporción de individuos de la especie **i** respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie **i** = n_i/N).

ni: Número de individuos en el sistema de la especie determinada **i**.

N: Número total de especies.

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero existen ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo, a mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema como se representa en la tabla 3.

Tabla 3-3. Escala de significancia de valores del índice de diversidad Shannon – Wiener.

Valores	Significancia
< a 1,5	Diversidad baja
1,6 – 3,5	Diversidad media
>a 3,5	Diversidad alta

Fuente: Aguirre (2013).

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

3.8.2 Índice de Simpson

Índice de Simpson (D): Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. El valor de D oscila entre 0 y 1. En ausencia de diversidad, donde hay solo una especie, el valor de D es 1. Cuando la riqueza y la equitatividad de las especies se incrementan, el valor se aproxima a 0. Dado que

cuanto mayor sea el valor de D, menor es la diversidad. Se resta 1 a D para obtener el índice de diversidad de Simpson (García, 2014, p.22).

El valor de este índice oscila entre 0 y 1, si el valor obtenido es cercano a 1 significa mayor diversidad. Se parte desde la base que un sistema es más diverso, cuanto menos dominancia de especies hay la distribución es más equitativa.

$$\text{Diversidad} = \frac{N - 1}{\sum_i n_i(n_i - 1)}$$

Donde:

S = Índice de Simpson

ni = Número de individuos en la misma especie.

N = Número total de individuos.

Los resultados se interpretan usando la siguiente escala de significancia representada en la tabla 4.

Tabla 4-3. Escala de significancia del índice de diversidad de Simpson.

Valores	Significancia
0 – 0,35	Diversidad baja
0,30 – 0,70	Diversidad media
> a 0,71	Diversidad alta

Fuente: Aguirre (2013).

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Curva de acumulación de especies

Para la comunidad arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja, la aproximación de especies esperadas mediante la curva de acumulación de especies con un intervalo de confianza del 95%, representa la relación entre el número de especies encontradas con el número de unidades de muestreos realizado. Se puede observar que la curva alcanza una zona de aproximación progresiva a una asíntota, de acuerdo al cálculo porcentual entre las especies encontradas (59spp.) y al número potencial de especies esperadas (71spp.) presentó una eficiencia de muestreo del 82,6 %.

En la figura 3, se presenta la curva de acumulación de especies de acuerdo con el estimador de riqueza Chao1

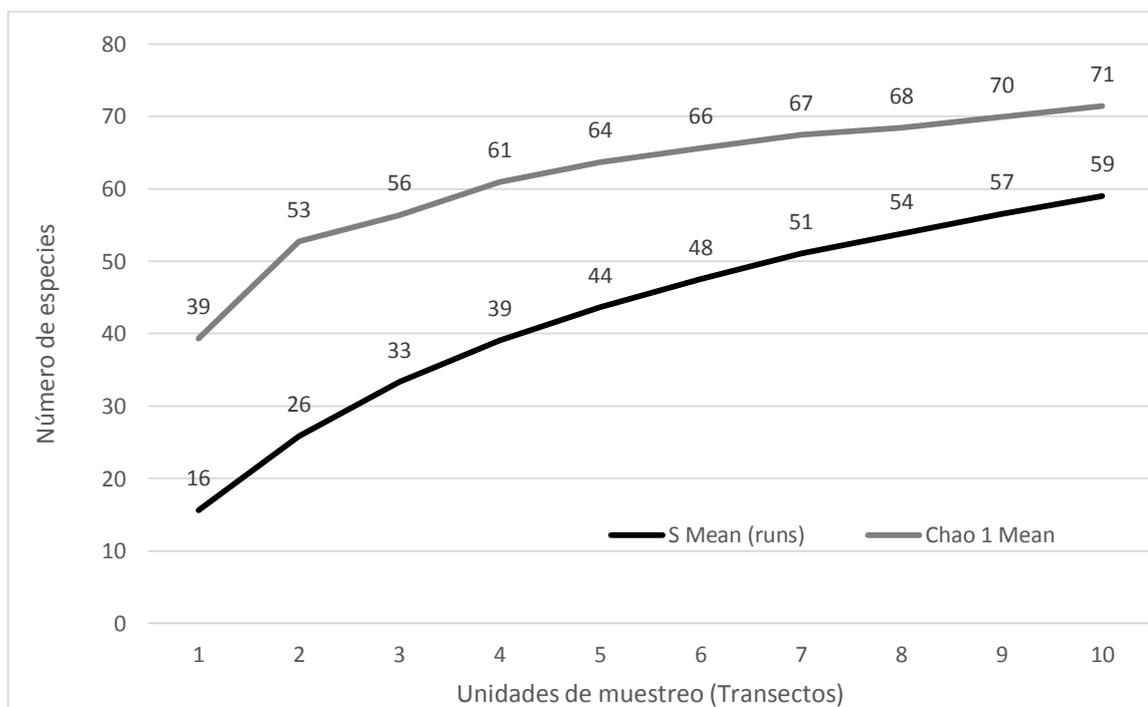


Figura 3-4. Curva de acumulación de especies estimador de riqueza Chao1. Parque Ecológico Nueva Loja - -Sucumbíos Ecuador 2021.

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

4.2 Identificación de la composición florística de la vegetación arbórea del área de estudio

En el área de muestreo se registraron 269 individuos de árboles con $DAP_{1,3m} \geq 10cm$, agrupados en 27 familias y 59 especies. Las familias con mayor número de especies fueron: Fabaceae con 10 especies (16,9%); seguidas de Moraceae con 6 especies (10,2%);

Arecaceae y Urticaceae con 5 especies (8,5 %); y Malvaceae con 4 especies (6,8%). Estos datos son similares al estudio realizado por Zambrano (2020) en un bosque siempreverde piemontano del centro de investigación posgrado y conservación amazónica (CIPCA), en la gradiente altitudinal de 800 - 900 m. s n. m, registrando un total de 322 individuos de árboles con DAP \geq 10cm, agrupados en 37 familias y 85 especies. También hace énfasis en que sus familias con mayor número de especie fueron Moraceae con 19 especies (22,35%), debido que estas especies cumplen una amplia distribución geográfica de la región Amazónica.

Las familias con menor diversidad de especies fueron: Annonaceae, Boraginaceae, Bignoniaceae, Combretaceae, Lecythidaceae, entre otras. Las cinco familias más diversas representan el 50,8%, mientras que las 22 familias restantes suman en conjunto 49,2 % de las especies presentes. La tabla 5 muestra a las familias con mayor y menor número de especies arbóreas del parque.

Tabla 5-4. Familias con mayor y menor número de especies arbóreas en el Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.

Familia	Especies	TRANSECTOS										TOTAL Ind/sp	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
Fabaceae	<i>Acasia glomerosa</i> Benth.	1											
	<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.			1	1								
	<i>Calliandra trinervia</i> Benth				2								
	<i>Dussia lehmannii</i> Harms				1			2	1				
	<i>Enterolobium</i> sp. Mart.					1					1		
	<i>Inga marginata</i> Willd.	1		1		1		1					
	<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill			2	2			1	2	2	1		
	<i>Parkia multijuga</i> Benth.									1			
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake					1							
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose											1	28/10
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	2											
	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken ex J. Presl.						2	1	1				
	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.						2	1		1			
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	7	3	1	1		1		2	1			
	<i>Ficus maxima</i> ; Mill.			7	7	1	1	2	1	2			
	<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C. Berg			1			1	1	2	4			56/6
	Arecaceae	<i>Astrocaryum chambira</i> Burret.			2	3		1					
<i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav.					3		1	1		1	6	41/5	

	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.		2						
	<i>Phytelephas</i> sp Ruiz & Pav.			9				1	
	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl		2		1	1	6		1
Urticaceae	<i>Cecropias gabrielis</i> Cuatrec.	1					2		
	<i>Cecropias peltata</i> L.					1	1		
	<i>Cecropias</i> sp. Loefl.	4	1			1			
	<i>Coussapoa</i> sp. Aubl.				1			1	
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	1							14/5
Malvaceae	<i>Catostemma comune</i> Sandw						1		
	<i>Heliocarpus americanus</i> L.				6		1		1
	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	1							
	<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.		1				1	1	1
Annonacea	<i>Annona</i> spp. L.					1	1	1	3
Lecythidaceae	<i>Grias neuberthii</i> J.F.Macbr.			3			1	3	7/1
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don.			1					1/1
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken			1					1/1
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.		1	1				1	3/1

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

En la figura 4 se ilustran las familias con mayor y menor diversidad de la vegetación arbórea de área del estudio.

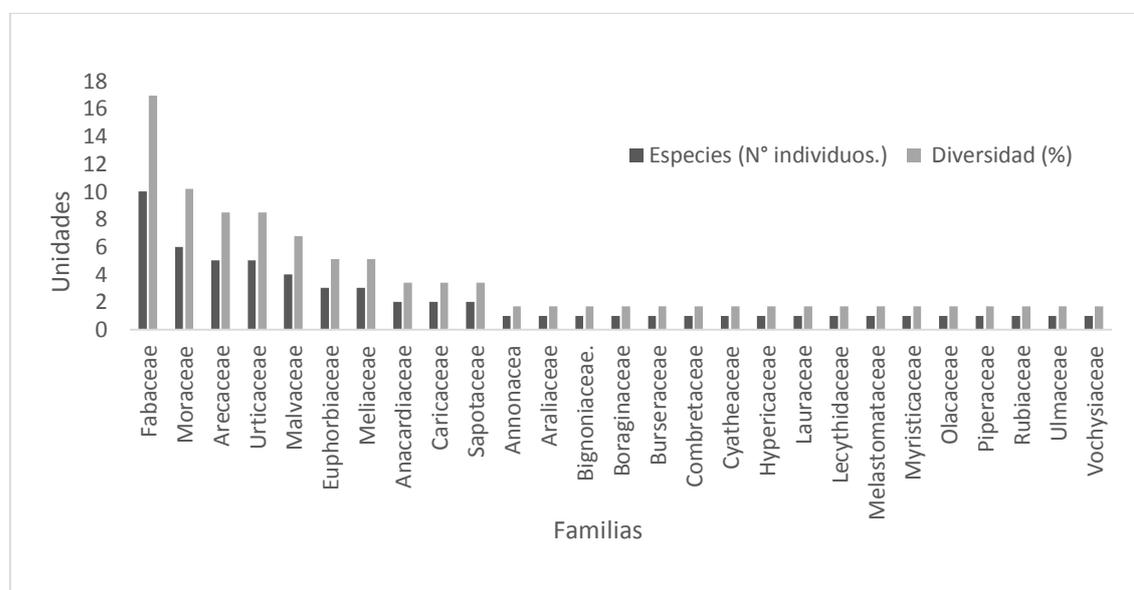


Figura 4-4. Familias con mayor y menor diversidad de especies Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

4.3 Determinar la estructura horizontal y vertical de la vegetación arbórea del área de estudio

4.3.1 Estructura horizontal

4.3.1.1 Abundancia

Las familias con el mayor número de individuos por área muestreada (5000m²) son: Moraceae con 56 individuos que representan el (20,8%) del total de individuos; Arecaceae con 41 individuos (15,2%); Fabaceae con 28 individuos (10,4%); Meliaceae con 21 individuos (7,8%) y Euphorbiaceae con 17 individuos (6,3%); en conjunto estas familias representan el 60,6% del total de individuos. Mientras que las familias con menor número de individuos fueron: Boraginaceae, Cyatheaceae, Hypericaceae, Olacaceae, Vochysiaceae entre otras. La tabla completa sobre la abundancia a nivel de familia se muestra en el Anexo 3.

A nivel de especies, *Ficus maxima*; Mill., presentó la mayor abundancia con 21 individuos que representan el 7,8 %, *Ficus insipida* Willd. con 16 individuos (5,9%), *Ocotea* spp con 15 individuos (5,6%) *Sapium* spp., con 14 individuos (5,2%), *Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav., y *Miconia* sp con 12 individuos cada una (4,5%). A diferencia del estudio realizado por Maldonado (2016), en un bosque húmedo tropical de la Amazonía norte se registraron a: *Brownea grandiceps* e *Iriartea deltoidea* como las especies con mayor abundancia, debido a que son especies de una amplia distribución de la Amazonía.

Las especies con menor número de individuos fueron: *Pouteria multiflora* (A. DC.) Eyma; *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.; *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton & Rose; *Vismia floribunda* Sprague y *Vochysia bracelinii* entre otras, con un individuo cada una. La abundancia de cada una de las especies se presenta en el Anexo 4.

4.3.1.2 Dominancia

El área basal total del área muestreada es de 22,74 m². La familia con mayor dominancia es la Moraceae con un total de 10,74 m² que representa el 47,2% del área basal total, seguido de las familias Malvaceae 2,23 m² (9,79%); Urticaceae 1,64 m² (7,19%); Fabaceae 1,28 m² y Arecaceae 1,27 m² (5,59%). Las familias con menor dominancia fueron: Burseraceae, Boraginaceae, Olacaceae, Vochysiaceae, Cyatheaceae que en conjunto suman 0,44 m² (1,93%). La dominancia basada en el área basal por familia se la presenta en el Anexo 5.

La especie con mayor área basal (AB) o dominancia son: *Ficus insipida* Willd. con 5,08 m² que representa el 22,36% del total de área basal del área muestreada, seguido de *Ficus máxima* Mill. con 4,82 m² (21,18%); *Piptadenia pteroclada* Benth. con 2,01 m² (8,86%); y *Annona* spp. L. con 1,27 m² (5,58 %). La dominancia basada en el área basal de cada especie se presenta en el Anexo 6.

4.3.1.3 Frecuencia

Las familias más frecuentes son Moraceae, Arecaceae y Meliaceae su presencia fue registrada en nueve de los 10 transectos establecidos con un 8,3%, le siguen Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae con 8 apariciones (7,4%); Lauraceae, con 7 apariciones (6,5%) y Melastomataceae, Urticaceae con seis apariciones (5,6%). Estos datos son similares al estudio realizado por Cerón *et al.*, (2006) en la Reserva de Producción Faunística del Cuyabeno donde registró a 10 familias más frecuentes entre ellos: Moraceae (46 individuos), Arecaceae (40), Myristicaceae (40), con mayor presencia en la unidad de muestreo aplicado seguido de Sapotaceae (27), Lecythidaceae (25), Euphorbiaceae (24), Chrysobalanaceae (23), Vochysiaceae (21), Lauraceae (21) y Caesalpiniaceae (20), debido a que son familias que se encuentran en un bosque húmedo y zonas inundables de la Amazonía.

Las familias con menor frecuencia fueron: Piperaceae, Ulmaceae, Vochysiaceae entre otras con una aparición cada una (0,9%). La frecuencia basada a nivel de familias se presenta en el Anexo 7.

En cuanto a la frecuencia de las especies con mayores valores fueron: *Ficus insipida* Willd., *Ficus máxima* Mill, *Ocotea* spp Aubl., cada una presente en 7 de los 10 transectos muestreados (4,52%), le siguen *Guarea macrophylla* M.Vahl, *Sapium* sp. Jacq., *Inga* sp. A. St.-Hill., *Miconia* sp. Ruiz & Pav. con seis apariciones cada una (3,87%). Luego *Trophis caucana* (Pittier) C. C. Berg., *Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav., *Socratea exorrhiza* (Mart.) H.Wendl., *Guarea kunthiana* A. Juss. con cinco apariciones cada una (3,23%). Las especies con menor frecuencia fueron: *Pouteria multiflora* (A. DC.) Eyma., *Catostemma comune* Sandw, *Cyathea* sp. Sm., *Aparisthium cordatum* (A.Juss.) Baill., entre otras con una aparición cada una (0,65%). La frecuencia a nivel de especies se presenta en el Anexo 8.

4.3.1.4 Índices de valor de importancia (IVI)

Las especies con el mayor IVI fueron: *Ficus maxima* Mill. 11,17 %, *Ficus insipida* Willd. 10,94 %, *Ocotea* spp Aubl. 4,56 %, *Piptadenia pteroclada* Benth. 4,31 %, *Sapium* sp. Jacq. 3,88%. Estos datos difieren para el estudio desarrollado por Cuenca (2015) en un bosque siempreverde montano bajo de la cordillera del Cóndor - Kutukú donde se encontró que las especies ecológicamente más importantes fueron: *Nectandra reticulata*, *Virola glycyarpa*, *Otoba parvifolia*, esto se puede deber a que el estudio se desarrolló en un ecosistema boscoso sin intervención que forma parte de una microcuenca. Mientras que en otro estudio por Merino (2016) realizado en un bosque secundario de la Amazonía ecuatoriana, registra que las especies con mayor índice de importancia fueron: *Pouroma* sp. de la familia Cecropiaceae, *Inga* sp, *Iriartea deltoide*, *Miconia* sp, y *Rollina mucosa* debido a que son especies heliófitas es decir especies indicadores de un bosque en regeneración.

Las especies con menor IVI: *Vochysia brachelinii*, *Pouteria multiflora* (A. DC.) Eyma., cada una con 0,36%, *Catostemma comune* Sandw, *Cyathea* sp. Sm., *Aparisthium cordatum* (A.Juss.) Baill. 0,35% respectivamente. A continuación, se presenta las especies con el índice de valor de importancia más alto y bajo del área de estudio. Ver IVI total en el Anexo 9.

Tabla 6-4. Especies ecológicas más y menos importantes de acuerdo con el índice de valor de importancia referente al Parque Ecológico Nueva Loja – Sucumbíos - Ecuador 2021

ESPECIES	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	Abs	Rel (%)	Abs	Rel (%)	Abs (%)	Rel (%)	
<i>Ficus maxima</i> Mill.	21	7,8	4,82	21,18	70	4,52	11,17
<i>Ficus insipida</i> Willd.	16	5,9	5,08	22,36	70	4,52	10,94
<i>Ocotea</i> spp Aubl.	15	5,6	0,82	3,59	70	4,52	4,56
<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.	4	1,5	2,01	8,86	40	2,58	4,31
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	14	5,2	0,58	2,56	60	3,87	3,88
<i>Annona</i> spp. L.	6	2,2	1,27	5,58	40	2,58	3,46
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	12	4,5	0,29	1,27	60	3,87	3,20
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	12	4,5	0,41	1,81	50	3,23	3,17
<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill	10	3,7	0,38	1,67	60	3,87	3,09
<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C.	9	3,3	0,45	1,98	50	3,23	2,85
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	1	0,4	0,03	0,13	10	0,65	0,38
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.)	1	0,4	0,03	0,12	10	0,65	0,38
<i>Pouroma cecropifolia</i> Mart	1	0,4	0,03	0,12	10	0,65	0,38
<i>Ochroma pyramidale</i> Urb	1	0,4	0,02	0,08	10	0,65	0,37
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	1	0,4	0,02	0,07	10	0,65	0,36

<i>Vochysia bracedinii</i>	1	0,4	0,02	0,07	10	0,65	0,36
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma.	1	0,4	0,01	0,05	10	0,65	0,36
<i>Catostemma comune</i> Sandw	1	0,4	0,01	0,05	10	0,65	0,35
<i>Cyathea</i> sp. Sm.	1	0,4	0,01	0,04	10	0,65	0,35
<i>Aparisthmium cordatum</i> (A.Juss.)	1	0,4	0,01	0,04	10	0,65	0,35

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

En la figura 5, se representa el índice de valor de importancia de las especies ecológicas más altas y bajas que se muestreo en el área de estudio.

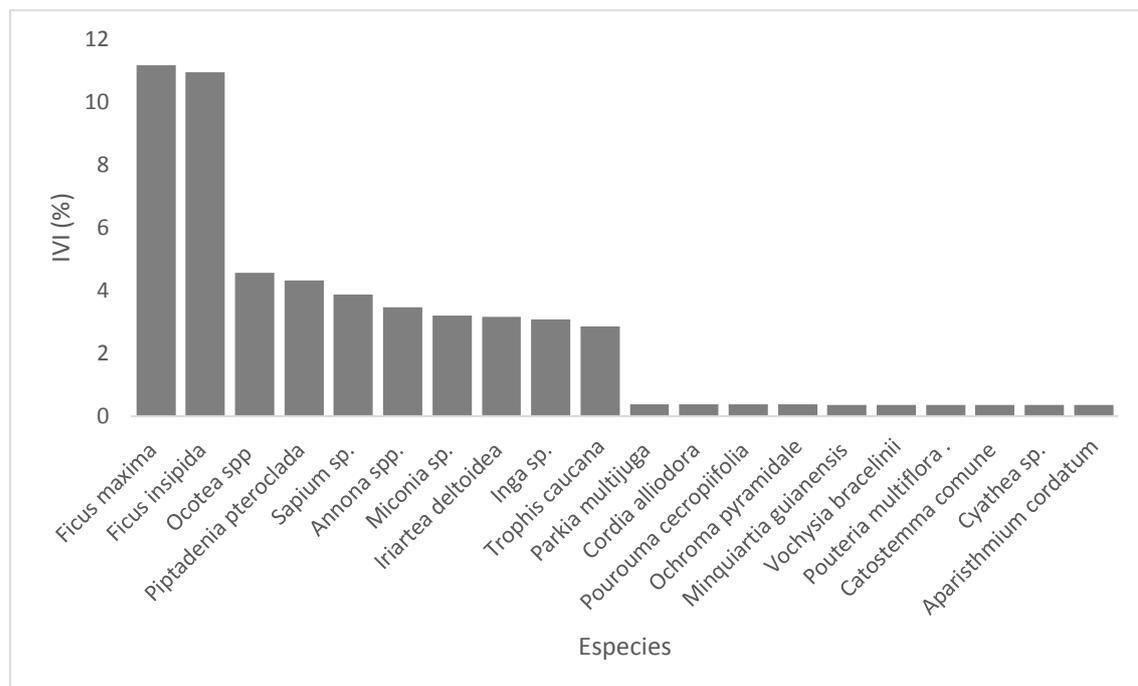


Figura 5-4. Índice de valor de importancia de las especies más representativas del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

4.3.2 Estructura vertical

4.3.2.1 Posición sociológica (PS)

Considerando latizales, brinzales, árboles y palmas conjuntamente con la abundancia se determinó el estado sucesional en que se encuentra cada especie. Las especies que presentan la posición sociológica relativa más alta son *Sapium* sp. Jacq., *Ficus maxima* Mill., y de lo contrario a esto *Vismia floribunda* Sprague., y *Schizolobium parahyba* (Vell.), presentan los valores más bajos. Tal como lo enfatiza Oyarzún (2016), el conocimiento de la estructura vertical nos da la oportunidad de comprender el comportamiento de los ecosistemas y las respuestas de las especies vegetales que componen los bosques.

En el sub-estrato superior *Ficus maxima* Mill., se registraron los mayores valores para el bosque, 10 individuos que alcanzan hasta 25 m de altura total; seguido de *Ocotea* spp Aubl., con 2 individuos que alcanzan alturas hasta 22 m; estas especies se caracterizan además por presentar mayor abundancia con 21 y 15 individuos, respectivamente. En el sub-estrato medio, *Sapium* sp. Jacq., presenta el mayor número de 10 individuos seguido de *Ocotea* spp Aubl., e *Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav., con 9 individuos. El estrato inferior *Miconia* sp. Ruiz & Pav. presenta la mayor abundancia seguido de *Ocotea* spp Aubl. y *Sapium* sp. Jacq. Maldonado *et al.*, (2018) en el estudio realizado en un bosque montano bajo en Palanda, Zamora Chinchipe menciona que la estructura del perfil vertical se diferencia en tres estratos distribuidos según la necesidad de luminosidad, registrando especies con alturas mayores a 17 m de altura tales como *Trichilla* sp., con 25 m, *Nectrandra lineatifolia* con 20 m, *Ceroxylon amazonicum* con 19,5 m y *Cecropias* sp., con 18 m.

En la tabla 7, se presenta la posición sociológica absoluta y relativa de la vegetación arbórea del área de estudio. Ver la posición sociología de los estratos de altura completa en el Anexo 10.

Tabla 7-4. Posición Sociológica (PS) de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.

ESPECIES	Estrato de altura							
	Inferior		Medio		Superior		Psa	PsR (%)
	N° ind	VFi	N° ind	VFm	N° ind	VFs		
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	4	0,43	10	0,45	0	0,12	6,2	5,7
<i>Ficus maxima</i> Mill.	3	0,43	8	0,45	10	0,12	6,1	5,6
<i>Ocotea</i> spp Aubl.	4	0,43	9	0,45	2	0,12	6,0	5,5
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	3	0,43	9	0,45	0	0,12	5,3	4,9
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	9	0,43	3	0,45	0	0,12	5,3	4,9
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,4	0,4
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,4	0,4
<i>Pouteria multiflora</i> (A. DC.)	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,4	0,4
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,4	0,4
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.)	0	0,43	0	0,45	1	0,12	0,1	0,1

Nota: Sub-estrato Inferior: (2-9 m) Medio: (10-17m) Superior: (18-25m)

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

A continuación; en la figura 6 se presenta la posición sociológica (PS) de las especies en los tres estratos de la vegetación del área de estudio.

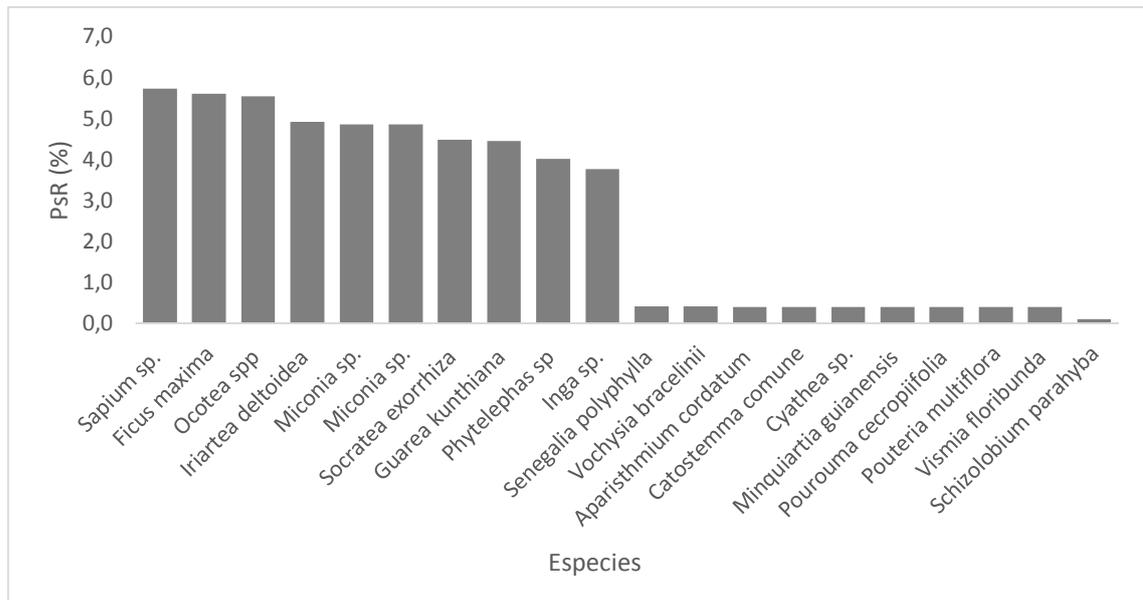


Figura 6-4. Posición sociológica (PS) de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos - Ecuador 2021.

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

4.3.2.2 Regeneración natural (Rn)

Para la regeneración natural se consideraron todos los descendientes de las plantas arbóreas, desde 0,1 m de altura y el límite diamétrico ($DAP_{4,9cm}$) establecido en las categorías de estratos.

4.3.2.3 Abundancia relativa de la regeneración natural

La regeneración natural de las especies arbóreas dentro del ecosistema en estudio está representada por la abundancia, especies como: *Inga* sp. A. St.-Hill. presentó mayores valores con 74 individuos, distribuidos en las tres categorías establecidas (47,12,15) que representa el 25,2 %, *Guarea kunthiana* A. Juss., con 51 individuos (17,3%) (13,18,20), seguido de *Guarea macrophylla* M. Vahl, con 42 individuos (14,3%) (11,8,23), finalmente *Inga marginata* Willd., con 16 individuos (5,4%). Las especies con menor número de individuos fueron: *Dussia lehmannii* Harms; *Piper* sp. L; *Piptadenia pteroclada* Benth.; *Pouteria multiflora* (A. DC.) Eyma. presentando 1 individuo en la categoría III; especies como: *Vismia floribunda* Sprague; *Trattinnickia glaziovii* Swart; *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav.) Steud.; *Tapirira guianensis* Aubl., entre otras que no

presentaron regeneración natural. La abundancia relativa de la regeneración natural se encuentra en el Anexo 11.

A continuación; en la figura 7 se representa la abundancia relativa de la regeneración natural del área de estudio.

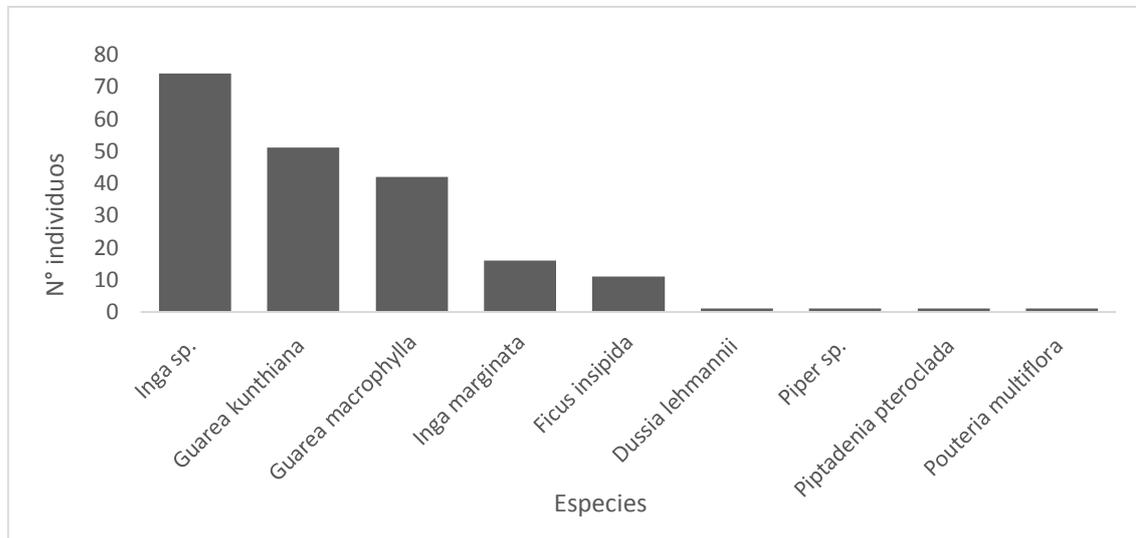


Figura 7-4. Abundancia relativa de la regeneración natural de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos - Ecuador 2021.

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

4.3.2.4 Frecuencia absoluta de la regeneración natural

Las especies con mayores valores fueron: *Inga* sp. A. St.-Hill, *Guarea macrophylla* M.Vahl, *Ficus insipida* Willd., *Miconia* sp. Ruiz & Pav. *Ficus maxima* Mill., *Sapium* sp. Jacq. cada una presente en 6 de los 10 transectos muestreados (4,17%), le siguen *Guarea kunthiana* A. Juss., *Socratea exorrhiza* (Mart.) H.Wendl., *Trophis caucana* (Pittier) C. C. Berg., *Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav. con cinco apariciones cada una (3,47%). Las especies con menor frecuencia fueron: *Parkia multijuga* Benth. *Pourouma cecropiifolia* Mart., *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton & Rose., *Trattinnickia glaziovii* Swart., *Vismia floribunda* Sprague., entre otras con una aparición cada una (0,23%). La frecuencia absoluta y relativa de la regeneración natural se presenta en el Anexo 12.

En la figura 8, se presenta las frecuencia absoluta y relativa de la regeneración natural del área de estudio.

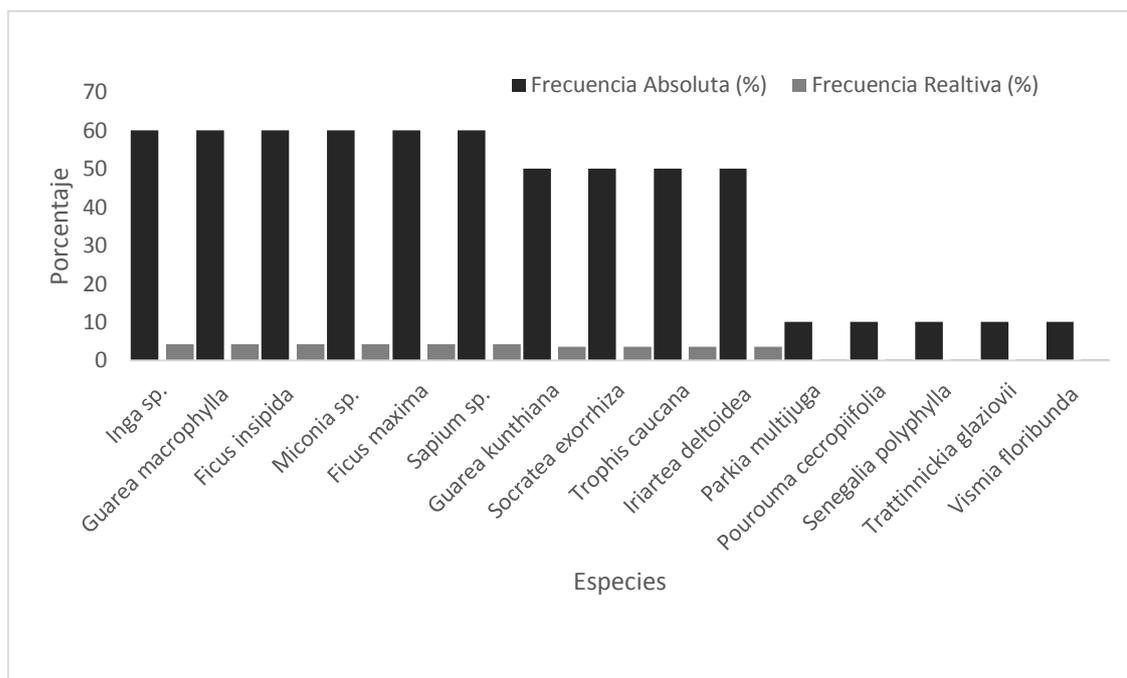


Figura 8-4. Frecuencia absoluta y relativa de la regeneración natural de la vegetación arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

4.3.2.5 Índice de valor de importancia ampliado (IVIA)

El índice de valor de importancia ampliado combinó la estructura horizontal, estructura vertical y la regeneración natural. Las especies con el mayor IVIA fueron: *Inga sp. A. St.-Hill* con 8,17 %, *Ficus maxima* Mill. 6,63 %, *Guarea kunthiana* A. Juss. 6,41% *Ficus insipida* Willd. 6,02 %, *Guarea macrophylla* M.Vahl. 5,66 %. Las especies con menor IVIA fueron: *Pourouma cecropiifolia* Mart., *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) con 0,34%; *Minquiartia guianensis* Aubl., *Cyathea sp. Sm.*, *Aparisthmium cordatum* (A.Juss.) con 0,33% respectivamente.

En la tabla 8, se presenta las especies con el índice de valor de importancia ampliado más alto y bajo del área de estudio. Ver IVIA total en el Anexo 13.

Tabla 8-4. Especies ecológicas más y menos importantes de acuerdo con el IVIA. Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos - Ecuador 2021.

ESPECIES	IVI	PsR (%)	RNR (%)	IVIA
<i>Inga sp. A. St.-Hill</i>	3,09	3,77	17,65	8,17
<i>Ficus maxima</i> Mill.	11,17	5,60	3,12	6,63

<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	2,73	4,44	12,07	6,41
<i>Ficus insipida</i> Willd.	10,94	3,26	3,88	6,02
<i>Guarea macrophylla</i> M. Vahl	2,66	3,35	10,96	5,66
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	3,88	5,73	2,34	3,98
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	3,20	4,85	3,66	3,90
<i>Ocotea</i> spp Aubl.	4,56	5,54	1,24	3,78
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl	2,77	4,48	3,12	3,46
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	3,17	4,92	2,05	3,38
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma.	0,36	0,40	0,40	0,38
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	0,44	0,41	0,23	0,36
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	0,38	0,41	0,23	0,34
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	0,38	0,41	0,23	0,34
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	0,39	0,40	0,23	0,34
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	0,38	0,40	0,23	0,34
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.)	0,37	0,41	0,23	0,34
<i>Minquiartia guianensis</i> Aubl.	0,36	0,40	0,23	0,33
<i>Cyathea</i> sp. Sm.	0,35	0,40	0,23	0,33
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.)	0,35	0,40	0,23	0,33

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

A continuación, en la figura 9 se presenta las diez especies más significativas mediante el índice de valor de importancia ampliado encontradas en el área de estudio.

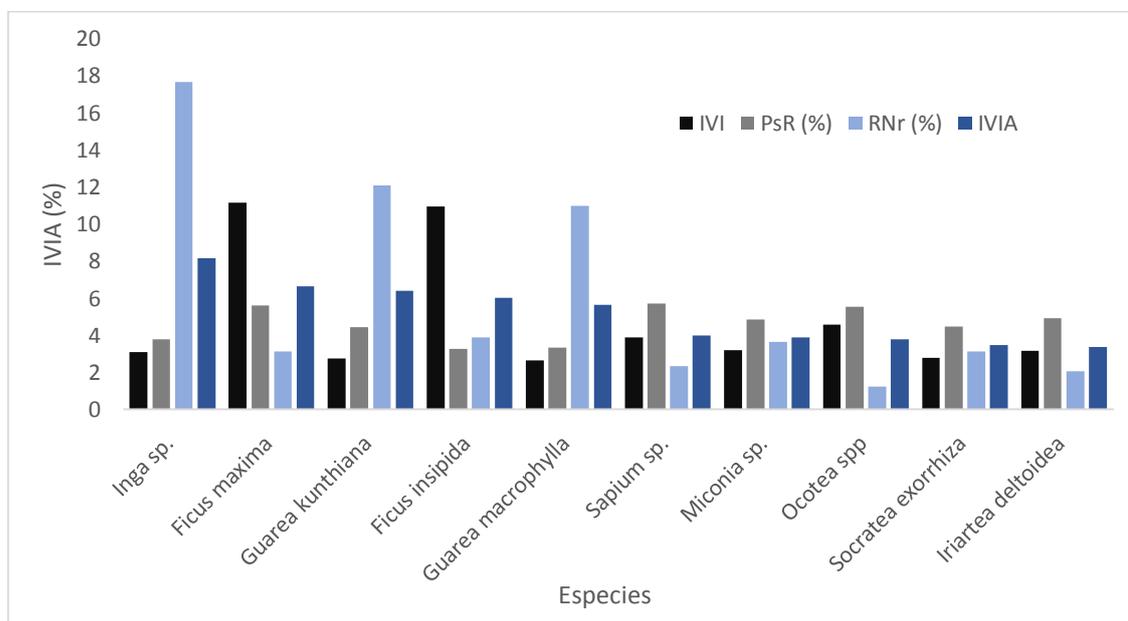


Figura 9-4. Índice de Valor de Importancia Ampliado de las especies más significativas del Parque Ecológicos Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021.

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

4.4 Evaluar la diversidad alfa de la vegetación arbórea del área de estudio

4.4.1 Índice de diversidad de Shannon – Wiener

Tomado en cuenta la riqueza de especies y su abundancia, y al relacionar el número de las mismas, la proporción de individuos pertenecientes a cada una ellas. Se estableció la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies, obteniendo un índice de diversidad de 3,66 que verifica la presencia de una composición florística alta propia de estos ecosistemas amazónicos. Así mismo Zambrano (2020) hace referencia en su estudio que la diversidad de Shannon – Wiener es de 3,75 en el área muestreada en el CIPCA denotando que la diversidad es alta porque existe poca presencia de especies dominantes. El índice de diversidad de Shannon – Wiener total se presenta en el Anexo 14.

4.4.2 Índice de diversidad de Simpson

De acuerdo con la probabilidad de que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie, se relacionó la riqueza o número de especies y la abundancia obteniéndose un valor de 0,97 lo cual es un indicativo de diversidad alta. En comparación al estudio realizado por Guerrero *et al.*, (2020) en el cantón Pastaza, donde se obtuvo un índice de Simpson fue de 0,87 en el área muestreada denotando que no existe una sola especie dominante, si no muchas especies dominantes y agrupaciones en una varianza heterogénea, características propias de un ecosistema lo cual demuestra que son área con formaciones vegetativas diversas. El índice de diversidad de Simpson total se presenta en el Anexo 14.

CONCLUSIONES

La composición arbórea del Parque Ecológico Nueva Loja registrada cuenta con un total de 269 individuos en el área muestreada de (5000 m²), pertenecientes a 27 familias y 59 especies diferentes, siendo las familias con mayor número de especies la Fabaceae, Moraceae, Arecaceae, Urticaceae y Malvaceae.

La estructura horizontal determinó que las especies ecológicamente más importantes por el cálculo del IVI son: *Ficus máxima* Mill. y *Ficus insipida* Willd., con los valores más altos en dominancia relativa debido a sus grandes diámetros, seguido de *Ocotea* spp Auble., *Pictadenia pteroclada* Benth, y *Sapium* sp. Jacq.

Para determinar la estructura vertical se consideraron tres estratos y las especies con mayor índice de valor de importancia ampliado fueron las siguientes especies: *Inga* sp. A. St.-Hill, *Ficus maxima* Mill, *Guarea kunthiana* A. Juss., *Ficus insipida* Willd., y *Guarea macrophylla* M.Vahl.

La estimación de la diversidad alfa para el índice de Shannon – Wiener es de 3,66 considerando la presencia de una composición florística alta.

El índice de Simpson es de 0,97 indicativo de que el área muestreada es diversa, evidenciando una diversidad alta y una distribución uniforme de los individuos entre sus especies.

RECOMENDACIONES

- Con base en los resultados encontrados y a las conclusiones que se llegó, se recomienda generar estudios fenológicos de cada especie vegetal y su uso alternativo para identificar etapas de floración y fructificación de plantas asociadas a la fauna silvestre.
- Incluir y aplicar estrategias operativas, políticas y acciones concretas que vayan mejoradas a encaminar la diversidad existente y mantenerla a largo plazo.
- Realizar proyectos investigativos y metodologías de estudio de regeneración natural, donde considere los vectores de dispersión o diseminación de semillas proyectos de reforestación.
- Promover educación ambiental e incentivar el conocimiento de la importancia ecológica para la conservación del área de estudio y de esa manera mantener la interacción entre las especies de flora y fauna con los visitantes.

REFERENCIAS

- Acosta, V. H., Araujo, P. A., & Iturre, M. C. (2014). Caracteres estructurales de las masas. *Facultad de Recuperado* de <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructurales-ACOSTA.pdf>
- Aguirre, *et al.* (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 1-14. doi:<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.24224207>
- Aguirre, M. Z., Celi, D. H., & Herrera, H. C. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(3), 1-16. doi:<http://doi.org/arnaldoa.253.25306>
- Aguirre, N. (2013). Estructura y dinámica del ecosistema forestal. *Centro de Investigaciones tropicales del ambiente y biodiversidad.*, 14. Recuperado de <https://nikolayaguirre.files.wordpress.com/2013/04/4-estructura-y-dinamica-de-bosques.pdf>
- Aguirre, Z. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. *Área Agropecuaria y de recursos naturales renovables.*, 1-82. Recuperado el 2021, de <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Alvis, J. F. (2009) Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del Municipio de Popayan. (G. d. TULL., Ed.) *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 1-8. Recuperado el Junio de 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a13.pdf>
- BGCI. (2021). *GlobalTreeSearch*, 1.5. doi:10.13140 / RG.2.2.33593.90725
- Bravo, V. E. (2014). *La Biodiversidad en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Universidad Abya-Yala. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bytstream/123456789/6788/1/labiodiversidad.pdf>
- Burbano, J. (2019). Plan de marketing para el Parque Turístico Nueva Loja, en el cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos. *Universidad Regional Autónoma de los*

Andes "UNIANDES", 108. Recuperado de <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/10310/1/PIUAETH011-2019.pdf>

Cabrera *et al.* (2019). Estructura y diversidad arbórea un instrumento de gestión turística. Caso: Parque Ecológico Recreacional Lago Agrio (PERLA) Sucumbíos - Ecuador. *Revista cubana ciencias forestales*, 6(3), 1-11. Recuperado el 05 de de 2021, de http://eventos.upr.edu.cu/index.php/SIMFOR_2018/coloquio1/paper/viewFile/1323/959

Caranqui, A. J., & Romero, C. F. (2011). Composición y estructura del bosque húmedo tropical en la estación experimental Pastaza. *Tesis de* , 1-9. Recuperado el 18 de de 2021, de <https://www.semanticscholar.org/paper/COMPOSICION-Y-ESTRUCTURA-DEL-BOSQUE-H%C3%9AMEDO-TROPICAL-Caranqui-Romero/a294722a2c219a73482c2a23efffd123da6d7ab9>

Carbajal, H. (2019). Estructura horizontal de especies comerciales del bosque tropical, Comunidad Nativa Palomar, sector Pomporito - Satipo. *Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente*, 80. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5226/Carbajal%20Seguil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carrera, D. C. (2014). "Estructura y diversidad florística del bosque los Pijíos en el Cantón Isidro Ayora Provincia del Guayas, en el 2013". *Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*, 118. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3010/1/T-FOR-UTEQ-0048.pdf>

Cerón *et al.* (2006). Estructura, composición y etnobotánica del sendero " Shaiqui" Cuyabeno - Ecuador. (H. A. (QAP), Ed.) *CINCHONIA*, 7(1), 1-33. Recuperado el 02 de de 2021, de <file:///C:/Users/User/Downloads/2319.pdf>

Colwell, R. K. *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide)*. Recuperado de Versión 9.1.0: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>

Cuenca, L. (2015). Composición florística, estructura y estado de conservación del Bosque Siempre Verde Montano Bajo de la Cordillera del Condor - Kutuku, en la

microcuenca 'EL PADMI', Zamora Chinchipe - Ecuador. *Universidad Nacional de Loja área agropecuaria y de recursos naturales renovables*, 58. Recuperado el 2 de julio de 2021, de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11093/1/TESIS%20LEONOR%20LETICIA%20CUENCA%20JIM%c3%89NEZ.pdf>

De la Torre, Yépez y Payaguaje. (2012). *Avances en ciencias e ingenierías*. Recuperado el 20 de junio de 2021, de Efectos de la deforestación y la fragmentación sobre la fauna de mamíferos terrestres y primates en los bosques de varzea de la Amazonía norte del Ecuador: Recuperado de: file:///C:/Users/maryg/Downloads/Efectos_de_la_deforestacion_y_la_fragmentacion_sob.pdf

Escalante, E. T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Redalyc*, 53-56. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/26419434_Cuántas_especies_hay_Los_estimadores_no_parametricos_de_Chao

FAO. (2020). Los bosques, la biodiversidad y las personas. En FAO., *El estado de los bosques del mundo 2020. Versión resumida* (FAO y PNUMA ed., págs. 1-32). Roma-Italia: FAO. Recuperado el 01 de junio de 2021, de <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/32473/WF20BSP.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

FAO y PNUMA. (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas*. Roma-Italia: FAO y PNUMA. doi:<https://doi.org/10.4060/ca8642es>

García, D. (2014). Composición y estructura florística del bosque de neblina montano del sector San Antonio de la Montaña, cantón Baños provincia de Tungurahua. *Repositorio Epoch*, 22. Recuperado el 5 de junio de 2021, de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/3476/1/33T0128%20.pdf>

Guerrero *et al.* (2020). Evaluación y restauración ecológica "Lisan Wasi" comunidad San Pedro, Parroquia Tarqui, Cantón Pastaza. *Ciencias y Tecnología*, 13(1), 17-25. doi:<http://doi.org/10.18779/cyt.v13il.344>

- INAMHI, (2017). Datos históricos, anuarios meteorológicos. de [en línea].: <http://www.forosecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/35393-inamhi-anuarios-metereol%C3%B3gicos-en-pdf>.
- López A., V., Espíndola, F., Calles, J. y Ulloa, J. (2013). *Amazonía Ecuatoriana Bajo Presión*. Quito-Ecuador: EcoCiencia. Recuperado de https://www.amazoniasocioambiental.org/wp-content/uploads/2017/01/AmazoniaEcuatoriana_bajo_presion.pdf
- Maldonado *et al.* (2018). Estructura y composición florística de un bosque montano bajo en Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. (Z. A. Mendoza, Ed.) *Arnaldoa*, 25(2), 11-16. doi:<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25216>
- Maldonado, L. K. (2016). Estructura y , posterior al aprovechamiento de un bosque tropical en el Nororiente de la ecuatoriana. *Universidad del Norte*, 1-74. Recuperado el 26 de Junio de 2021, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5331/1/03%20FOR%20241%20TESIS%20DE%20GRADO.pdf>
- Martinez - Ramos *et al.* (2012). Manejo de bosques tropicales: Bases científicas para la conservación, restauración y aprovechamiento de ecosistemas en paisajes rurales. *ResearchGate*, 4(2), 4. Recuperado el 27 de mayo de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/233972291_Manejo_de_Bosques_Tropicales_Bases_cientificas_para_la_y_aprovechamiento_de_ecosistemas_en_paisajes_rurales
- Merino, J. P. (2016). Composición florística, de similitud y usos sostenible de bosque secundario en dos áreas de la Amazonía ecuatoriana. *Tesis de Postgrado. Maestría en manejo y aprovechamiento forestal. Universidad De Quevedo*, 19. Recuperado el 17 de de 2020, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1792/1/T-UTEQ-0035.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador: Subsecretaría de Patrimonio Natural. Recuperado el 19 de Junio de 2021, de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf

- Naranjo, E., Ramírez, T., & Aguirre, Z. (2010). Flora y endemismo del bosque húmedo tropical de la Quinta El Padmi, Zamora Chinchipe. *Revista Ecología Forestal. Carrera de ingeniería forestal.*, 1(1), 1-19. Recuperado el 30 de de 2021, de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/347/1/FLORA%20Y%20ENDEMISMO.pdf>
- Oyarzún, Q. A. (2016). Análisis de la estructura vertical de los bosques antiguos del Tipo Forestal Siempreverde del sur de Chile (39° - 42° S). *Tesis de Ingeniería en Conservación de Recursos Naturales.*, 1-63. Recuperado el de 2021, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fifo.98a/doc/fifo.98a.pdf>
- Palacios, B., Aguirre, M. Z., Lozano, D., & Yaguana, C. (2016). Riqueza, estructura y diversidad arborea del bosque montano, Zamora Chinchipe-Ecuador. *Revista Científica Bosques Latitud Cero*, 6(2), 1-14. Recuperado el 30 de de 2021, de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/233/216>
- Quispe, V. W. (2010). "Estructura Horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionados en la Región Madre de Dios". *Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios*, 19. Recuperado de <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/82/004-2-3-008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, J. (2018). *Qué es un parque ecológico*. (B. Javier Sánchez, Editor) de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-un-parque-ecologico-1212.html>
- Secretaría Técnica de Gestión Inmobiliaria de Sector Público. (2021). Ficha para inventario de atractivos turísticos. *Ministerio de Turismo*. Nueva Loja, Sucumbíos, Ecuador: Ministerio de Turismo.
- Serna, G. L. (2011). *Biodiversidad*. Caldas, Colombia. Recuperado el 17 de de 2020, de <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4770/biodiversidad.pdf>
- Shannon, C., & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. *University of Illinois Press.*, 144.
- Sierra, R. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. Recuperado el 25 de mayo de 2021, de Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia.: <https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo-Sierra->

6/publication/268390074_Propuesta_Preliminar_de_un_Sistema_de_Clasificaci
on_de_Vegetacion_para_el_Ecuador_Continental/links/546a6c760cf20dedafd38
870/Propuesta-Preliminar-de-un-Sistema-de-Clasificacion-de

- Sonco, S. R. (2013). Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia. *Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés*, 1-154. Recuperado de http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf
- Torres, V. (2016). Diversidad, estructura y concentración de carbono en un bosque siempreverde piemontano de 800 a 900 msnm, en la amazonia ecuatoriana. *Universidad Tecnica Estatal de Quevedo*, 1-77. Recuperado el 26 de Junio de 2021, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1796/1/T-UTEQ-0037.pdf>
- Trópicos. (2021). *Trópicos data since 1982*. de Missouri Botanical Garden: <http://www.tropicos.org>
- Ullauri, S. J. (2018). Diseño del complejo turístico “Río Aguarico”, mediante la elaboración del plan de negocios, para fortalecer el turismo en el Cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos. *Universidad Nacional de Loja*, 190. Recuperado de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19900/1/Johana%20Victoria%20Ullauri%20Salgado.pdf>
- Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C. and Stuart, S.N. (2009). Wildlife in a Changing World – An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species. En J.-C. H.-T. Vié (Ed.). Gland, Switzerland: IUCN. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/RL-2009-001.pdf>
- Von Humboldt, A. (2010). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. *Institutos de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt*, 42. Recuperado el Diciembre de 2020, de <http://www.bio-nica.info/biblioteca/humboldt analisisdatos.pdf>
- Wilson, E. (1998). Capítulo 1: El estado actual de la diversidad biológica. En W. E. O. (Ed.), *BIODIVERSIDAD* (págs. 3-18). Cambridge, Massachusetts: Universidad

de Harvard, Museo de Zoología Comparada. de
<https://www.nap.edu/read/989/chapter/2#4.pdf>

Zambrano, P. J. (2020). Diversidad, estructura y concentración de carbono en un bosque siempreverde piemontano de 800 a 900 m. s. n. m. en la Amazonía ecuatoriana. *Tesis de Ingeniería Forestal.*, 1-103. Recuperado el Julio de 2021, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5990/1/T-UTEQ-0143.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de hoja de registro de datos para los individuos por transectos

TRANSECTO	IND	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DAP (cm)	HT (m)

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

Anexo 2. Modelo de hoja de registro de datos de campo para la regeneración natural

TRANSECTO	# IND	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍAS	MEDIDAS

Categorías de tamaño: I: (de 0,1m a 0,99 m de altura) **II:** (de 1,0 a 1,9 m de altura) **III:** (de 2,0 m a 4,9 cm de DAP)

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

Anexo 3. Abundancia a nivel de familias del área de estudio

FAMILIAS	Ind/Fam	Abun (%)
Moraceae	56	20,8
Arecaceae	41	15,2
Fabaceae	28	10,4
Meliaceae	21	7,8
Euphorbiaceae	17	6,3
Lauraceae	15	5,6
Malvaceae	14	5,2
Urticaceae	14	5,2
Melastomataceae	12	4,5
Anacardiaceae	7	2,6
Lecythidaceae	7	2,6
Annonacea	6	2,2
Myristicaceae	5	1,9
Araliaceae	3	1,1
Combretaceae	3	1,1
Piperaceae	3	1,1
Sapotaceae	3	1,1
Burseraceae	2	0,7
Caricaceae	2	0,7
Rubiaceae	2	0,7
Ulmaceae	2	0,7
Bignoniaceae.	1	0,4
Boraginaceae	1	0,4
Cyatheaceae	1	0,4
Hypericaceae	1	0,4
Olacaceae	1	0,4
Vochysiaceae	1	0,4
Total general	269	100

Realizado por: Guarnizo, S; Sarango, L.

Anexo 4. Abundancia basada por especies

ESPECIES	#Ind/Sp	AbR (%)
<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill	10	3,7
<i>Ficus maxima</i> Mill.	21	7,8
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	11	4,1
<i>Ficus insipida</i> Willd.	16	5,9
<i>Guarea macrophylla</i> M.Vahl	9	3,3
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	14	5,2
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	12	4,5
<i>Ocotea</i> spp Aubl.	15	5,6
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl	11	4,1
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	12	4,5
<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C. Berg	9	3,3
<i>Phytelephas</i> sp Ruiz & Pav.	10	3,7
<i>Annona</i> spp. L.	6	2,2
<i>Inga marginata</i> Willd.	4	1,5
<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.	4	1,5
<i>Grias neuberthii</i> J.F.Macbr.	7	2,6
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	8	3,0
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	5	1,9
<i>Cecropias</i> sp. Loefl.	6	2,2
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret.	6	2,2
<i>Spondias mombin</i> ; L.	5	1,9
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken ex J. Presl.	4	1,5
<i>Schefflera morototoni</i> Aubl.	3	1,1
<i>Coussapoa</i> sp. Aubl.	2	0,7
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	2	0,7
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	4	1,5
<i>Cecropias gabrielis</i> Cuatrec.	3	1,1
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	4	1,5
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	3	1,1
<i>Piper</i> sp. L	3	1,1
<i>Trema micrathan</i> (L.) R.M.Tryon	2	0,7
<i>Cecropias peltata</i> L.	2	0,7
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	2	0,7
<i>Enterolobium</i> sp. Mart.	2	0,7
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	2	0,7
<i>Calliandra trinervia</i> Benth	2	0,7
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	2	0,7
<i>Croton lechleri</i> ; Müll.Arg.	2	0,7
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	0,7
<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	2	0,7
<i>Schizolobium parhyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1	0,4
<i>Trattackia glaziovii</i> Swart	2	0,7

<i>Vochysia bracedinii</i>	1	0,4
<i>Acasia glomerosa</i> Benth.	1	0,4
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	1	0,4
<i>Catostemma comune</i> Sandw	1	0,4
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	0,4
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don.	1	0,4
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	1	0,4
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma.	1	0,4
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	1	0,4
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	1	0,4
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	1	0,4
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	1	0,4
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	1	0,4
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	1	0,4
<i>Minquiartia guianensis</i> Aubl.	1	0,4
<i>Cyathea</i> sp. Sm.	1	0,4
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	1	0,4
Total general	269	100

Realizado por: Guarnizo, S; Sarango, L.

Anexo 5. Dominancia basada en el área basal por familias

FAMILIA	AB/Familia	(%)
Moraceae	10,74	47,20
Malvaceae	2,23	9,79
Urticaceae	1,64	7,19
Fabaceae	1,28	5,62
Arecaceae	1,27	5,59
Annonacea	1,27	5,58
Lauraceae	0,82	3,59
Euphorbiaceae	0,62	2,71
Meliaceae	0,53	2,32
Anacardiaceae	0,42	1,87
Ulmaceae	0,33	1,44
Melastomataceae	0,29	1,27
Caricaceae	0,19	0,84
Combretaceae	0,15	0,67
Myristicaceae	0,15	0,67
Bignoniaceae.	0,14	0,61
Lecythidaceae	0,14	0,60
Araliaceae	0,13	0,59
Piperaceae	0,13	0,56
Sapotaceae	0,09	0,42
Rubiaceae	0,06	0,27
Hypericaceae	0,03	0,15
Burseraceae	0,03	0,14
Boraginaceae	0,03	0,12
Olacaceae	0,02	0,07
Vochysiaceae	0,02	0,07
Cyatheaceae	0,01	0,04
Total general	22,74	100

Realizado por: Guarnizo, S; Sarango, L.

Anexo 6. Dominancia basada en el área basal por especie

ESPECIES	#Ind/Sp	AB/Sp	DmR (%)
<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill	10	0,38	1,67
<i>Ficus maxima</i> Mill.	21	4,82	21,18
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	11	0,20	0,89
<i>Ficus insipida</i> Willd.	16	5,08	22,36
<i>Guarea macrophylla</i> M.Vahl	9	0,17	0,76
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	14	0,58	2,56
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	12	0,29	1,27
<i>Ocotea</i> spp Aubl.	15	0,82	3,59
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl	11	0,23	1,01
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	12	0,41	1,81
<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C. Berg	9	0,45	1,98
<i>Phytelephas</i> sp Ruiz & Pav.	10	0,09	0,40
<i>Annona</i> spp. L.	6	1,27	5,58
<i>Inga marginata</i> Willd.	4	0,05	0,24
<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.	4	2,01	8,86
<i>Grias neuberthii</i> J.F.Macbr.	7	0,14	0,60
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	8	0,18	0,80
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	5	0,15	0,67
<i>Cecropias</i> sp. Loefl.	6	0,08	0,34
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret.	6	0,49	2,17
<i>Spondias mombin</i> ; L.	5	0,25	1,08
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken ex J. Presl.	4	0,14	0,60
<i>Schefflera morototoni</i> Aubl.	3	0,13	0,59
<i>Coussapoa</i> sp. Aubl.	2	0,62	2,74
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	2	0,04	0,20
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	4	0,12	0,52
<i>Cecropias gabrielis</i> Cuatrec.	3	0,77	3,37
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	4	0,19	0,85
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	3	0,15	0,67
<i>Piper</i> sp. L	3	0,13	0,56
<i>Trema micrathan</i> (L.) R.M.Tryon	2	0,33	1,44
<i>Cecropias peltata</i> L.	2	0,14	0,63
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	2	0,09	0,38
<i>Enterolobium</i> sp. Mart.	2	0,06	0,28
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	2	0,06	0,27
<i>Calliandra trinervia</i> Benth	2	0,03	0,13
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	2	0,06	0,24
<i>Croton lechleri</i> ; Müll.Arg.	2	0,03	0,12
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	0,18	0,79
<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	2	0,08	0,37
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1	0,17	0,75
<i>Trattanickea glaziovii</i> Swart	2	0,03	0,14
<i>Vochysia bracedinii</i>	1	0,02	0,07

<i>Acasia glomerosa</i> Benth.	1	0,10	0,45
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	1	0,25	1,08
<i>Catostemma comune</i> Sandw	1	0,01	0,05
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	0,15	0,67
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don.	1	0,14	0,61
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	1	0,12	0,53
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma.	1	0,01	0,05
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	1	0,07	0,32
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	1	0,03	0,13
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	1	0,03	0,12
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	1	0,03	0,15
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	1	0,03	0,12
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	1	0,02	0,08
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	1	0,02	0,07
<i>Cyathea</i> sp. Sm.	1	0,01	0,04
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	1	0,01	0,04
Total general	269	22,74	100

Realizado por: Guarnizo, S; Sarango, L.

Anexo 7. Frecuencia relativa a nivel de familia

FAMILIA	FRECUENCIA	Fr (%)	(%)
Arecaceae	9	90	8,3
Meliaceae	9	90	8,3
Moraceae	9	90	8,3
Euphorbiaceae	8	80	7,4
Fabaceae	8	80	7,4
Malvaceae	8	80	7,4
Lauraceae	7	70	6,5
Melastomataceae	6	60	5,6
Urticaceae	6	60	5,6
Anacardiaceae	5	50	4,6
Annonacea	4	40	3,7
Myristicaceae	4	40	3,7
Araliaceae	3	30	2,8
Combretaceae	3	30	2,8
Lecythidaceae	3	30	2,8
Sapotaceae	3	30	2,8
Caricaceae	2	20	1,9
Rubiaceae	2	20	1,9
Bignoniaceae.	1	10	0,9
Boraginaceae	1	10	0,9
Burseraceae	1	10	0,9
Cyatheaceae	1	10	0,9
Hypericaceae	1	10	0,9
Olacaceae	1	10	0,9
Piperaceae	1	10	0,9
Ulmaceae	1	10	0,9
Vochysiaceae	1	10	0,9
Total general		1080	100

Realizado por: Guarnizo, S; Sarango, L

Anexo 8. Frecuencia relativa por especies

ESPECIES	#Ind/Sp	Fr	Fre. Abs(%)	Fre.Rel (%)
<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill	10	6	60	3,87
<i>Ficus maxima</i> Mill.	21	7	70	4,52
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	11	5	50	3,23
<i>Ficus insipida</i> Willd.	16	7	70	4,52
<i>Guarea macrophylla</i> M.Vahl	9	6	60	3,87
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	14	6	60	3,87
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	12	6	60	3,87
<i>Ocotea</i> spp Aubl.	15	7	70	4,52
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl	11	5	50	3,23
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	12	5	50	3,23
<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C. Berg	9	5	50	3,23
<i>Phytelephas</i> sp Ruiz & Pav.	10	2	20	1,29
<i>Annona</i> spp. L.	6	4	40	2,58
<i>Inga marginata</i> Willd.	4	4	40	2,58
<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.	4	4	40	2,58
<i>Grias neuberthii</i> J.F.Macbr.	7	3	30	1,94
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	8	3	30	1,94
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	5	4	40	2,58
<i>Cecropias</i> sp. Loefl.	6	3	30	1,94
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret.	6	3	30	1,94
<i>Spondias mombin</i> ; L.	5	3	30	1,94
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken ex J. Presl.	4	3	30	1,94
<i>Schefflera morototoni</i> Aubl.	3	3	30	1,94
<i>Coussapoa</i> sp. Aubl.	2	2	20	1,29
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	2	1	10	0,65
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	4	3	30	1,94
<i>Cecropias gabrielis</i> Cuatrec.	3	2	20	1,29
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	4	3	30	1,94
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	3	3	30	1,94
<i>Piper</i> sp. L	3	1	10	0,65
<i>Trema micrathan</i> (L.) R.M.Tryon	2	1	10	0,65
<i>Cecropias peltata</i> L.	2	2	20	1,29
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	2	2	20	1,29
<i>Enterolobium</i> sp. Mart.	2	2	20	1,29
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	2	2	20	1,29
<i>Calliandra trinervia</i> Benth	2	1	10	0,65
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	2	1	10	0,65
<i>Croton lechleri</i> ; Müll.Arg.	2	2	20	1,29
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	2	20	1,29
<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	2	2	20	1,29
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1	1	10	0,65
<i>Trattaniclia glaziovii</i> Swart	2	1	10	0,65

<i>Vochysia bracedinii</i>	1	1	10	0,65
<i>Acasia glomerosa</i> Benth.	1	1	10	0,65
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	1	1	10	0,65
<i>Catostemma comune</i> Sandw	1	1	10	0,65
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	1	10	0,65
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don.	1	1	10	0,65
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	1	1	10	0,65
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma.	1	1	10	0,65
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	1	1	10	0,65
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	1	1	10	0,65
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	1	1	10	0,65
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	1	1	10	0,65
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	1	1	10	0,65
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	1	1	10	0,65
<i>Minquiartia guianensis</i> Aubl.	1	1	10	0,65
<i>Cyathea</i> sp. Sm.	1	1	10	0,65
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	1	1	10	0,65
Total general	269		1550	100

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

Anexo 9. Índice de Valor Importancia de las especies ecológicas del PENL - Sucumbíos Ecuador 2021

ESPECIES	#Ind/Sp	AbR (%)	DmR (%)	Fr.R(%)	IVI
<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill	10	3,7	1,67	3,87	3,09
<i>Ficus maxima</i> Mill.	21	7,8	21,18	4,52	11,17
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	11	4,1	0,89	3,23	2,73
<i>Ficus insipida</i> Willd.	16	5,9	22,36	4,52	10,94
<i>Guarea macrophylla</i> M.Vahl	9	3,3	0,76	3,87	2,66
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	14	5,2	2,56	3,87	3,88
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	12	4,5	1,27	3,87	3,20
<i>Ocotea</i> spp Aubl.	15	5,6	3,59	4,52	4,56
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl	11	4,1	1,01	3,23	2,77
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	12	4,5	1,81	3,23	3,17
<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C. Berg	9	3,3	1,98	3,23	2,85
<i>Phytelephas</i> sp Ruiz & Pav.	10	3,7	0,40	1,29	1,80
<i>Annona</i> spp. L.	6	2,2	5,58	2,58	3,46
<i>Inga marginata</i> Willd.	4	1,5	0,24	2,58	1,44
<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.	4	1,5	8,86	2,58	4,31
<i>Grias neuberthii</i> J.F.Macbr.	7	2,6	0,60	1,94	1,71
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	8	3,0	0,80	1,94	1,90
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	5	1,9	0,67	2,58	1,70
<i>Cecropias</i> sp. Loefl.	6	2,2	0,34	1,94	1,50
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret.	6	2,2	2,17	1,94	2,11
<i>Spondias mombin</i> ; L.	5	1,9	1,08	1,94	1,62
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken ex J. Presl.	4	1,5	0,60	1,94	1,34
<i>Schefflera morototoni</i> Aubl.	3	1,1	0,59	1,94	1,21
<i>Coussapoa</i> sp. Aubl.	2	0,7	2,74	1,29	1,59
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	2	0,7	0,20	0,65	0,53
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	4	1,5	0,52	1,94	1,32
<i>Cecropias gabrielis</i> Cuatrec.	3	1,1	3,37	1,29	1,92
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	4	1,5	0,85	1,94	1,42
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	3	1,1	0,67	1,94	1,24
<i>Piper</i> sp. L	3	1,1	0,56	0,65	0,77
<i>Trema micrathan</i> (L.) R.M.Tryon	2	0,7	1,44	0,65	0,94
<i>Cecropias peltata</i> L.	2	0,7	0,63	1,29	0,89
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	2	0,7	0,38	1,29	0,80
<i>Enterolobium</i> sp. Mart.	2	0,7	0,28	1,29	0,77
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	2	0,7	0,27	1,29	0,77
<i>Calliandra trinervia</i> Benth	2	0,7	0,13	0,65	0,50
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	2	0,7	0,24	0,65	0,54
<i>Croton lechleri</i> ; Müll.Arg.	2	0,7	0,12	1,29	0,72
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	0,7	0,79	1,29	0,94

<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	2	0,7	0,37	1,29	0,80
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1	0,4	0,75	0,65	0,59
<i>Trattanickea glaziovii</i> Swart	2	0,7	0,14	0,65	0,51
<i>Vochysia bracelinii</i>	1	0,4	0,07	0,65	0,36
<i>Acasia glomerosa</i> Benth.	1	0,4	0,45	0,65	0,49
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	1	0,4	1,08	0,65	0,70
<i>Catostemma comune</i> Sandw	1	0,4	0,05	0,65	0,35
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	0,4	0,67	0,65	0,56
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don.	1	0,4	0,61	0,65	0,54
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	1	0,4	0,53	0,65	0,52
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma.	1	0,4	0,05	0,65	0,36
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	1	0,4	0,32	0,65	0,44
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	1	0,4	0,13	0,65	0,38
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	1	0,4	0,12	0,65	0,38
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	1	0,4	0,15	0,65	0,39
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	1	0,4	0,12	0,65	0,38
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	1	0,4	0,08	0,65	0,37
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	1	0,4	0,07	0,65	0,36
<i>Cyathea</i> sp. Sm.	1	0,4	0,04	0,65	0,35
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	1	0,4	0,04	0,65	0,35
Total general	269	100	100	100	100

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

Anexo 10. Posición sociológica según los estratos de alturas

ESPECIES	Estratos de altura							
	inferior		medio		superior		Psa	PsR
	N° ind	Vfi	N° ind	VFm	N° ind	VFs		
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	4	0,43	10	0,45	0	0,12	6,20	5,73
<i>Ficus maxima</i> ; Mill.	3	0,43	8	0,45	10	0,12	6,06	5,60
<i>Ocotea</i> spp Aubl.	4	0,43	9	0,45	2	0,12	5,99	5,54
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	3	0,43	9	0,45	0	0,12	5,32	4,92
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	9	0,43	3	0,45	0	0,12	5,25	4,85
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl	5	0,43	6	0,45	0	0,12	4,85	4,48
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	9	0,43	2	0,45	0	0,12	4,81	4,44
<i>Phytelephas</i> sp Ruiz & Pav.	10	0,43	0	0,45	0	0,12	4,35	4,02
<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill	5	0,43	4	0,45	1	0,12	4,08	3,77
<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C. Berg	2	0,43	7	0,45	0	0,12	3,99	3,69
<i>Guarea macrophylla</i> M.Vahl	6	0,43	2	0,45	1	0,12	3,62	3,35
<i>Ficus insipida</i> Willd.	1	0,43	4	0,45	11	0,12	3,53	3,26
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	8	0,43	0	0,45	0	0,12	3,48	3,22
<i>Grias neuberthii</i> J.F.Macbr.	6	0,43	1	0,45	0	0,12	3,06	2,82
<i>Annona</i> spp. L.	2	0,43	4	0,45	0	0,12	2,65	2,45
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret.	2	0,43	4	0,45	0	0,12	2,65	2,45
<i>Cecropias</i> sp. Loefl.	4	0,43	2	0,45	0	0,12	2,63	2,43
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	1	0,43	4	0,45	0	0,12	2,22	2,05
<i>Spondias mombin</i> ; L.	1	0,43	3	0,45	1	0,12	1,89	1,75
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	1	0,43	3	0,45	0	0,12	1,77	1,64
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken ex J. Presl.	2	0,43	2	0,45	0	0,12	1,76	1,63
<i>Inga marginata</i> Willd.	3	0,43	1	0,45	0	0,12	1,75	1,62
<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.	0	0,43	3	0,45	1	0,12	1,46	1,35
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	3	0,43	0	0,45	1	0,12	1,42	1,32
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	0	0,43	3	0,45	0	0,12	1,34	1,24
<i>Schefflera morototoni</i> Aubl.	1	0,43	2	0,45	0	0,12	1,33	1,23
<i>Piper</i> sp. L	3	0,43	0	0,45	0	0,12	1,30	1,21
<i>Cecropias gabrielis</i> Cuatrec.	1	0,43	1	0,45	1	0,12	1,00	0,92
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	0	0,43	2	0,45	0	0,12	0,89	0,82
<i>Coussapoa</i> sp. Aubl.	0	0,43	2	0,45	0	0,12	0,89	0,82
<i>Enterolobium</i> sp. Mart.	0	0,43	2	0,45	0	0,12	0,89	0,82
<i>Artocarpus atilis</i> (Parkinson) Fosberg	1	0,43	1	0,45	0	0,12	0,88	0,81
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	1	0,43	1	0,45	0	0,12	0,88	0,81
<i>Calliandra trinervia</i> Benth	1	0,43	1	0,45	0	0,12	0,88	0,81
<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	1	0,43	1	0,45	0	0,12	0,88	0,81
<i>Trattanickea glaziovii</i> Swart	1	0,43	1	0,45	0	0,12	0,88	0,81
<i>Croton lechleri</i> ; Müll.Arg.	2	0,43	0	0,45	0	0,12	0,87	0,80
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	2	0,43	0	0,45	0	0,12	0,87	0,80
<i>Trema micrathan</i> (L.) R.M.Tryon	2	0,43	0	0,45	0	0,12	0,87	0,80
<i>Cecropias peltata</i> L.	0	0,43	1	0,45	1	0,12	0,57	0,52

<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	0	0,43	1	0,45	1	0,12	0,57	0,52
<i>Acasia glomerosa</i> Benth.	0	0,43	1	0,45	0	0,12	0,45	0,41
<i>Cedrela odorata</i> L.	0	0,43	1	0,45	0	0,12	0,45	0,41
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	0	0,43	1	0,45	0	0,12	0,45	0,41
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don.	0	0,43	1	0,45	0	0,12	0,45	0,41
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	0	0,43	1	0,45	0	0,12	0,45	0,41
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	0	0,43	1	0,45	0	0,12	0,45	0,41
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	0	0,43	1	0,45	0	0,12	0,45	0,41
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	0	0,43	1	0,45	0	0,12	0,45	0,41
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	0	0,43	1	0,45	0	0,12	0,45	0,41
<i>Vochysia bracelinii</i>	0	0,43	1	0,45	0	0,12	0,45	0,41
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,43	0,40
<i>Catostemma comune</i> Sandw	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,43	0,40
<i>Cyathea</i> sp. Sm.	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,43	0,40
<i>Minquiartia guianensis</i> Aubl.	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,43	0,40
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,43	0,40
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma.	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,43	0,40
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	1	0,43	0	0,45	0	0,12	0,43	0,40
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	0	0,43	0	0,45	1	0,12	0,12	0,11
TOTAL	117		120		32		108,23	100
VF	0,43		0,45		0,12			

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

Anexo 11. Abundancia relativa de la regeneración natural

ESPECIES	Ind/Rn	AbR RN (%)
<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill	74	25,17
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	51	17,35
<i>Guarea macrophylla</i> M.Vahl	42	14,29
<i>Inga marginata</i> Willd.	16	5,44
<i>Ficus insipida</i> Willd.	11	3,74
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	1	0,34
<i>Piper</i> sp. L	1	0,34
<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.	1	0,34
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma.	1	0,34
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	0	0
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	0	0
<i>Trattinnickia glaziovii</i> Swart	0	0
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	0	0

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

Anexo 12. Frecuencia absoluta y relativa de la regeneración natural

ESPECIES	FAb (%)	FRr (%)
<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill	60	4,17
<i>Guarea macrophylla</i> M.Vahl	60	4,17
<i>Ficus insipida</i> Willd.	60	4,17
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	60	4,17
<i>Ficus máxima</i> Mill.	60	4,17
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	60	4,17
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	50	3,47
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl	50	3,47
<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C.	50	3,47
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	50	3,47
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	10	0,23
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	10	0,23
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	10	0,23
<i>Trattinnickia glaziovii</i> Swart	10	0,23
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	10	0,23

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

Anexo 13. Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA) de las especies ecológicas más altas y bajas del Parque Ecológico Nueva Loja - Sucumbíos Ecuador 2021

ESPECIES	#Ind/Sp	IVI	PsR (%)	RNr (%)	IVIA
<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill	10	3,09	3,77	17,65	8,17
<i>Ficus maxima</i> Mill.	21	11,17	5,60	3,12	6,63
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	11	2,73	4,44	12,07	6,41
<i>Ficus insipida</i> Willd.	16	10,94	3,26	3,88	6,02
<i>Guarea macrophylla</i> M.Vahl	9	2,66	3,35	10,96	5,66
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	14	3,88	5,73	2,34	3,98
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	12	3,20	4,85	3,66	3,90
<i>Ocotea</i> spp Aubl.	15	4,56	5,54	1,24	3,78
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl	11	2,77	4,48	3,12	3,46
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	12	3,17	4,92	2,05	3,38
<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C. Berg	9	2,85	3,69	2,42	2,99
<i>Phytelephas</i> sp Ruiz & Pav.	10	1,80	4,02	1,98	2,60
<i>Annona</i> spp. L.	6	3,46	2,45	1,68	2,53
<i>Inga marginata</i> Willd.	4	1,44	1,62	4,38	2,48
<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.	4	4,31	1,35	1,18	2,28
<i>Grias neuberthii</i> J.F.Macbr.	7	1,71	2,82	2,05	2,20
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	8	1,90	3,22	0,69	1,94
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	5	1,70	2,05	1,93	1,90
<i>Cecropias</i> sp. Loefl.	6	1,50	2,43	1,70	1,88
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret.	6	2,11	2,45	0,92	1,83
<i>Spondias mombin</i> ; L.	5	1,62	1,75	0,69	1,36
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken ex J. Presl.	4	1,34	1,63	0,69	1,22
<i>Schefflera morototoni</i> Aubl.	3	1,21	1,23	1,20	1,21
<i>Coussapoa</i> sp. Aubl.	2	1,59	0,82	1,22	1,21
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	2	0,53	0,80	2,25	1,19
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	4	1,32	1,32	0,95	1,19
<i>Cecropias gabrielis</i> Cuatrec.	3	1,92	0,92	0,72	1,19
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	4	1,42	1,64	0,46	1,17
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	3	1,24	1,24	0,69	1,06
<i>Piper</i> sp. L	3	0,77	1,21	0,48	0,82
<i>Trema micrathan</i> (L.) R.M.Tryon	2	0,94	0,80	0,68	0,81
<i>Cecropias peltata</i> L.	2	0,89	0,52	0,72	0,71
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	2	0,80	0,81	0,46	0,69
<i>Enterolobium</i> sp. Mart.	2	0,77	0,82	0,46	0,69
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	2	0,77	0,82	0,46	0,69
<i>Calliandra trinervia</i> Benth	2	0,50	0,81	0,74	0,68
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	2	0,54	0,81	0,65	0,67
<i>Croton lechleri</i> ; Müll.Arg.	2	0,72	0,80	0,46	0,66
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	0,94	0,52	0,46	0,64
<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	2	0,80	0,81	0,23	0,62
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1	0,59	0,11	0,90	0,53

<i>Trattanickia glaziovii</i> Swart	2	0,51	0,81	0,23	0,52
<i>Vochysia brachelinii</i>	1	0,36	0,41	0,74	0,50
<i>Acasia glomerosa</i> Benth.	1	0,49	0,41	0,46	0,45
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	1	0,70	0,41	0,23	0,45
<i>Catostemma comune</i> Sandw	1	0,35	0,40	0,56	0,44
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	0,56	0,41	0,23	0,40
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don.	1	0,54	0,41	0,23	0,40
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	1	0,52	0,41	0,23	0,39
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma.	1	0,36	0,40	0,40	0,38
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	1	0,44	0,41	0,23	0,36
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	1	0,38	0,41	0,23	0,34
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	1	0,38	0,41	0,23	0,34
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	1	0,39	0,40	0,23	0,34
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	1	0,38	0,40	0,23	0,34
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	1	0,37	0,41	0,23	0,34
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	1	0,36	0,40	0,23	0,33
<i>Cyathea</i> sp. Sm.	1	0,35	0,40	0,23	0,33
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	1	0,35	0,40	0,23	0,33
Total general	269	100			100

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

Anexo 14. Índice de diversidad de Simpson y Shannon – Weiner

ESPECIES	#Ind/Sp	ni/N (Pi)	(ni)/N2	LN pi	Pi.LNPi
<i>Inga</i> sp. A. St.-Hill	10	0,04	0,0014	-3,29	-0,122
<i>Ficus maxima</i> Mill.	21	0,08	0,0061	-2,55	-0,199
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	11	0,04	0,0017	-3,20	-0,131
<i>Ficus insipida</i> Willd.	16	0,06	0,0035	-2,82	-0,168
<i>Guarea macrophylla</i> M.Vahl	9	0,03	0,0011	-3,40	-0,114
<i>Sapium</i> sp. Jacq.	14	0,05	0,0027	-2,96	-0,154
<i>Miconia</i> sp. Ruiz & Pav.	12	0,04	0,0020	-3,11	-0,139
<i>Ocotea</i> spp Aubl.	15	0,06	0,0031	-2,89	-0,161
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl	11	0,04	0,0017	-3,20	-0,131
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	12	0,04	0,0020	-3,11	-0,139
<i>Trophis caucana</i> (Pittier) C. C. Berg	9	0,03	0,0011	-3,40	-0,114
<i>Phytelephas</i> sp Ruiz & Pav.	10	0,04	0,0014	-3,29	-0,122
<i>Annona</i> spp. L.	6	0,02	0,0005	-3,80	-0,085
<i>Inga marginata</i> Willd.	4	0,01	0,0002	-4,21	-0,063
<i>Piptadenia pteroclada</i> Benth.	4	0,01	0,0002	-4,21	-0,063
<i>Grias neuberthii</i> J.F.Macbr.	7	0,03	0,0007	-3,65	-0,095
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	8	0,03	0,0009	-3,52	-0,105
<i>Virola duckei</i> A.C. Sm.	5	0,02	0,0003	-3,99	-0,074
<i>Cecropias</i> sp. Loefl.	6	0,02	0,0005	-3,80	-0,085
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret.	6	0,02	0,0005	-3,80	-0,085
<i>Spondias mombin</i> ; L.	5	0,02	0,0003	-3,99	-0,074
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Oken ex J. Presl.	4	0,01	0,0002	-4,21	-0,063
<i>Schefflera morototoni</i> Aubl.	3	0,01	0,0001	-4,50	-0,050
<i>Coussapoa</i> sp. Aubl.	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Dussia lehmannii</i> Harms	4	0,01	0,0002	-4,21	-0,063
<i>Cecropias gabrielis</i> Cuatrec.	3	0,01	0,0001	-4,50	-0,050
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	4	0,01	0,0002	-4,21	-0,063
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	3	0,01	0,0001	-4,50	-0,050
<i>Piper</i> sp. L	3	0,01	0,0001	-4,50	-0,050
<i>Trema micrathan</i> (L.) R.M.Tryon	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Cecropias peltata</i> L.	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Enterolobium</i> sp. Mart.	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Calliandra trinervia</i> Benth	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Croton lechleri</i> ; Müll.Arg.	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Trattaniclia glaziovii</i> Swart	2	0,01	0,0001	-4,90	-0,036
<i>Vochysia bracelinii</i>	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021

<i>Acacia glomerosa</i> Benth.	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Catostemma comune</i> Sandw	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don.	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma.	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Vismia floribunda</i> Sprague	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Cyathea</i> sp. Sm.	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	1	0,00	0,0000	-5,59	-0,021
Total general	269 D		0,0341	Índice de Shannon	-3,65
	Simpson	1-D	0,96		3,65

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.

ANEXOS

1. Fase de campo



Figuras 10-8. Recolección de datos de campo

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.



Figura 11-8. Identificación de la vegetación arbórea *in situ*

Realizado por: Guarnizo S, Sarango L.