



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

**“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN ESPACIAL DE LA FLORA DEL
CERRO ZAPOTAL DE ACUERDO AL GRADIENTE ALTITUDINAL,
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

MENOSCAL JONES GENESIS LORENA

DOCENTE TUTOR:

BLGO. RICHARD DUQUE MARÍN, M.Sc.

La Libertad – Ecuador

2024



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

**“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN ESPACIAL DE LA FLORA DEL
CERRO ZAPOTAL DE ACUERDO AL GRADIENTE ALTITUDINAL,
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

MENOSCAL JONES GENESIS LORENA

DOCENTE TUTOR:

BLGO. RICHARD DUQUE MARÍN, M.Sc.

La Libertad – Ecuador

2024

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN ESPACIAL DE LA FLORA DEL CERRO ZAPOTAL DE ACUERDO AL GRADIENTE ALTITUDINAL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”, elaborado por MENOSCAL JONES GENESIS LORENA, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
RICHARD GONZALO
DUQUE MARIN

Blgo. Richard Duque Marín, M.Sc.
DOCENTE TUTOR
C.I. 0915460240

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN ESPACIAL DE LA FLORA DEL CERRO ZAPOTAL DE ACUERDO AL GRADIENTE ALTITUDINAL, PROVINCIA DE SANTA ELENA**”, elaborado por **MENOSCAL JONES GENESIS LORENA**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente,



BLGA. MAYRA CUENCA ZAMBRANO, M.Sc.

DOCENTE DE ÁREA

DEDICATORIA

Quiero comenzar dedicando este trabajo de investigación a mi padre, quien en vida fue el Ing. Enrique Menoscal Alejandro, pasó toda su vida apoyándome y guiándome en cada paso que daba, espero que en dónde se encuentre se siga sintiendo orgulloso de su hija.

A mi madre, la Sra. Grecia Jones, quien me ha demostrado que a pesar de todas las adversidades se puede seguir adelante, por su apoyo incondicional, su amor y su compañía.

A mi pareja, Aurio, quien me ha apoyado desde el primer momento, ha estado junto a mí durante los momentos más dolorosos y los momentos más felices, por su amor y su aliento para ayudarme a seguir y no rendirme.

A mi familia, quienes han estado presentes en cada paso que daba. A los amigos que hice durante todo este proceso académico, a los que se quedaron en el camino y a los que lograron seguir.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por haberme brindado la oportunidad de estudiar en tal prestigiosa institución. A los docentes que forman parte de la Facultad de Ciencias del Mar, por haberme brindado conocimiento y apoyo durante todo el proceso académico.

A mi tutor, Blgo. Richard Duque Marín, por haberme brindado conocimiento y sabiduría, su apoyo y compromiso ha sido fundamental para culminar este trabajo de investigación.

A la Blga. Mayra Cuenca, por su invaluable ayuda y sabios consejos que fueron esenciales para pulir y perfeccionar este trabajo.

A la Blga. Dadsania Rodríguez, por su paciencia y ayuda brindada en la identificación de especies.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **MENOSCAL JONES GENESIS LORENA** como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: **18 de julio del 2024.**



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.
DOCENTE DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Duque Marín, M.Sc.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Duque Marín, M.Sc.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lic. Pascual Roca Silvestre, Mgtr.
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas y resultados expuestos en este Trabajo de Integración Curricular, me corresponden exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma y a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Genesis Menoscal

GENESIS LORENA MENOSCAL JONES

C.I: 0955508833

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE ANEXOS	VIII
GLOSARIO	IX
ABREVIATURAS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
3. JUSTIFICACIÓN.....	5
4. OBJETIVOS	6
4.1 OBJETIVO GENERAL	6
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
5. HIPÓTESIS.....	6
6. MARCO TEÓRICO.....	7
6.1 GRADIENTE ALTITUDINAL	7
6.2 BOSQUES DEL ECUADOR.....	7
6.2.1 Bosque tropical	7
6.2.2 Matorral seco	8
6.2.3 Matorral interandino	8
6.2.4 Páramo.....	9
6.2.5 Bosque montano.....	9
6.2.6 Bosque piemontano.....	9

6.3	BOSQUES TROPICALES ESTACIONALMENTE SECOS	10
6.4	FLORA EN ECUADOR	10
6.5	CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS ENCONTRADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO	11
6.5.1	Familia Acanthaceae.....	11
6.5.2	Familia Amaranthaceae	11
6.5.3	Familia Anacardiaceae	12
6.5.4	Familia Bignoniaceae	12
6.5.5	Familia Bixaceae	13
6.5.6	Familia Boraginaceae	13
6.5.7	Familia Burseraceae	14
6.5.8	Familia Cactaceae.....	14
6.5.9	Familia Capparaceae.....	14
6.5.10	Familia Caprifoliaceae	15
6.5.11	Familia Convolvulaceae	15
6.5.12	Familia Fabaceae	16
6.5.13	Familia Malvaceae.....	16
6.5.14	Familia Primulaceae.....	16
6.5.15	Familia Rhamnaceae	17
6.5.16	Familia Rubiaceae	17
7.	METODOLOGÍA.....	18
7.1	ÁREA DE ESTUDIO	18
7.2	FASE DE CAMPO	19
7.2.1	Franjas altitudinales.....	19
7.2.2	Coordenadas de las franjas altitudinales.....	19
7.2.3	Metodología de Gentry (1982)	19
7.2.4	Estructura vertical.....	20

7.2.5	Altura	21
7.2.6	Metodología para la identificación de flora	22
7.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
7.3.1	Registro de datos.....	24
7.3.2	Índice de Shannon-Weiner.....	24
7.3.3	Índice de Dominancia de Simpson	25
7.3.4	Índice de A de Pretzsch	25
7.3.5	Prueba estadística de t de Hutcheson	26
8.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	28
8.1	IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA FLORA.	28
8.1.1	Descripción botánica y fotografías de las especies encontradas.....	29
8.2	DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y ESTRUCTURA VERTICAL DE LA FLORA	52
8.2.1	Diversidad y abundancia.....	52
8.2.2	Estructura vertical.....	55
8.3	Comparación de la diversidad de flora a diferentes franjas altitudinales	59
9.	DISCUSIÓN	60
10.	CONCLUSIONES.....	63
11.	RECOMENDACIONES	65
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	66
13.	ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de las franjas altitudinales	19
Tabla 2. Guías de identificación para la flora.	23
Tabla 3. Clasificación de la flora encontrada en la zona de estudio.....	28
Tabla 4. Clasificación de altura de árboles aplicando índice de Pretzsch por franja altitud (m).	55
Tabla 5. Altura media, mínima y máxima para cada especie, franja uno.	56
Tabla 6. Altura media, mínima y máxima por cada especie, franja dos.	57
Tabla 7. Altura media, mínima y máxima por cada especie, franja tres.	58
Tabla 8. T de Hutcheson, grados de libertad y P-Value de cada intervalo de altura.....	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Especies registradas por cada franja altitudinal.....	52
Gráfico 2. Índice de Shannon-Weiner registrado en las franjas altitudinales.	53
Gráfico 3. Estaciones con mayor y menor diversidad.	53
Gráfico 4. Índice de Simpson registrado en las franjas altitudinales.....	54
Gráfico 5. Dominancia de especies mayor y menor dentro de las estaciones.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.	18
Figura 2. Transecto de muestreo tipo Gentry utilizado para estimar la diversidad y estructura vertical de una comunidad arbórea.....	20
Figura 3. Clasificación para el análisis de la distribución vertical de especies arbóreas.	20
Figura 4. Esquema del procedimiento de medición de la altura de un árbol.	22

Figura 5. <i>Elytraria imbricata</i>	29
Figura 6. <i>Ruellia blechum</i>	30
Figura 7. <i>Ruellia inundata</i>	31
Figura 8. <i>Alternanthera pubiflora</i>	31
Figura 9. <i>Loxopterygium huasango</i>	32
Figura 10. <i>Handroanthus chrysanthus</i>	33
Figura 11. <i>Handroanthus ochraceus</i>	33
Figura 12. <i>Cochlospermum vitifolium</i>	34
Figura 13. <i>Cordia Lutea</i>	35
Figura 14. <i>Bursera graveolens</i>	36
Figura 15. <i>Armatocereus cartwrightianus</i>	37
Figura 16. <i>Capparicordis crotonoides</i>	38
Figura 17. <i>Cynophalla flexuosa</i>	38
Figura 18. <i>Colicodendron scabridum</i>	39
Figura 19. <i>Morisonia sclerophylla</i>	40
Figura 21. <i>Ipomoea carnea</i>	42
Figura 22. <i>Jacquemontia pentanthos</i>	42
Figura 23. <i>Bauhinia aculeata</i>	43
Figura 24. <i>Libidibia glabrata</i>	44
Figura 25. <i>Mimosa albida</i>	45
Figura 26. <i>Pithecellobium excelsum</i>	45
Figura 28. <i>Pseudabutylon umbellatum</i>	47
Figura 29. <i>Waltheria ovata</i>	47
Figura 30. <i>Bonellia sprucei</i>	48
Figura 31. <i>Sarcomphalus thyrsiflorus</i>	49
Figura 32. <i>Randia aculeata</i>	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Número de especies registradas en cada franja altitudinal.....	75
Anexo 2. Acceso sur a Cerro Zapotal.	75
Anexo 3. Medición de la altura de un árbol con regleta.....	76
Anexo 4. Medición de las pendientes con clinómetro.	77
Anexo 5. Vía principal a Cerro Zapotal.....	78
Anexo 6. Clinómetro utilizado para medir las pendientes de altura de los árboles.....	79
Anexo 7. Certificado de identificación de especies.....	80

GLOSARIO

A_{máx}: Altura máxima de un árbol con respecto a “A”.

Árbol caducifolio: Árboles que pierden sus hojas en una época específica del año, usualmente en períodos secos o fríos.

Árbol perennifolio: Árboles que conservan sus hojas durante todo el año sin una pérdida estacional significativa.

A_{rel}: Porcentaje de altura con respecto a la altura máxima (100%).

Baciforme: De forma similar a una baya.

Bilobado: Tiene dos lóbulos.

Bits: Unidad de información mínima que se puede obtener.

Bosques tropicales estacionalmente secos: Bosques deciduos y semideciduos con dos estaciones: una lluviosa y otra seca, permaneciendo verdes durante la estación lluviosa.

Brácteas: Hojas modificadas cercanas a flores compuestas en plantas angiospermas, diferenciadas de las hojas normales por su tamaño y coloración según la especie.

Composición espacial: Distribución y organización de las especies vegetales en un área, incluyendo su diversidad, abundancia y disposición espacial.

Cordata: Tiene forma de corazón.

Coriácea: Hojas muy duras, de consistencia recia, pero con cierta flexibilidad, similar al cuero.

Decusada: Hoja en forma de cruz o cruzadas.

Diámetro a la altura de pecho: Medida estándar en biometría forestal para expresar el diámetro del tronco de un árbol.

Drupa: Fruto simple.

Eglandulares: Carece de glándulas.

Epígina: Todo aquello que nace y crece dentro del ovario de la planta.

Espatáceo: Hoja modificada que envuelve y protege las flores.

Esquizocarpio: Fruto seco dividido en partes iguales, cada parte contiene una semilla.

Estrato: Porción de masa vegetal de una comunidad contenida dentro de un límite de altura específico.

Estrigoso: Cubierto de pelos rígidos, ásperos y de base ensanchada.

Estructura vertical: Disposición vertical de las plantas en los ecosistemas, determinada por el tamaño y tipo de vida de los organismos.

Franja altitudinal: Zonas de elevación en regiones montañosas donde se produce una estratificación natural de los ecosistemas.

Fuste: Tronco de un árbol que va desde la base hasta la punta, excluyendo las ramas.

Glabras: Liso y brillante, sin vellosidades ni cerdas, y con un color glauco. Identificación de plantas mediante claves dicotómicas.

Hispido: Cubierto de pelos duros y ásperos.

Inflorescencia: Agrupación de flores que emergen de un mismo tallo o sistema de ramificaciones.

Lepidoto: Superficie escamosa o cubierta de tricomas escamiformes.

Lianoide: Propio de plantas que se extienden o enrollan alrededor de estructuras para sostenerse y crecer.

Mericarpio: Cada uno de los frutos secos y uniloculares que componen el fruto de las plantas umbelíferas.

Nectaria: Glándulas que segregan néctar.

Nervadura pinnatinervia: Tipo de nervadura en hojas de plantas donde un nervio principal recorre la longitud de la hoja, ramificándose en venas secundarias en forma de pinnas.

Panículas: Inflorescencia racimosa.

Pecíolo: Estructura similar a un asta que conecta la parte más o menos aplanada (o lámina) de una hoja con la rama que la sostiene.

Pedicelos: Tallo de soporte de una sola flor que forma parte de una inflorescencia o sostiene un solo fruto en la infrutescencia.

Pendiente: Medida que describe el ángulo de desviación de una recta o plano con respecto a una línea de referencia.

Pendunculada: Estructura que tiene un pedúnculo, un tallo que sostiene o conecta una flor, fruto.

Periántica: Envoltura de la flor, incluye los sépalos y pétalos.

Pseudoestípula: Semejantes a las estípulas, pero no son verdaderas estípulas.

Puberulento: Cubierto de pequeños pelos suaves y finos.

Resinífera: Contiene o secreta resina.

Retuso: Ápice truncado y ligeramente escotado.

Rodal: Unidad básica del bosque, geográficamente continua, cubierta con árboles de características homogéneas en cuanto a especie, edad y altura.

Sépalos: Artes exteriores de una flor, típicamente verdes, que se encuentran en la base de la misma.

Simpódico: Planta en la cual el eje principal ha dejado de crecer y continua el crecimiento en la rama lateral.

Sufruticosa: Planta leñosa perenne con brotes anuales que se lignifican solo en la base, mientras que el resto se seca después de la fructificación durante un período más o menos largo.

Tricomas: Apéndices epidérmicos estructuras en organismos vegetales que sirven para protección contra factores externos o para realizar procesos metabólicos.

Umbela: Grupo de flores o frutos que nacen en un mismo punto del tallo y se elevan a igual o casi igual altura.

Zigomorfa: Verticilo de la flor que tiene un solo plano de simetría.

ABREVIATURAS

BTES: Bosques Tropicales Estacionalmente Secos.

DAP: Diámetro a la Altura de Pecho.

H: Índice de Shannon-Weiner.

M: Metros.

M s.n.m: Metros Sobre el Nivel del Mar

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

RESUMEN

Los bosques dentro de la provincia de Santa Elena son considerados bosques tropicales estacionalmente secos. En estos bosques se puede encontrar una gran variedad de especies de flora espinosa y muy poca cantidad con crecimiento herbáceo o epífita. El Cerro Zapotal se ha visto afectado por factores antrópicos y naturales. Estos factores antrópicos y naturales crean diferentes tipos de amenazas para la diversidad y abundancia de las especies vegetales en el Cerro Zapotal, es por ello, que el presente estudio tuvo como objetivo analizar la estructura y composición espacial de la flora en el Cerro Zapotal, mediante transectos y análisis altitudinal, determinando la variación de diversidad y abundancia. Como resultado se obtuvo un total de 16 familias y 29 especies, las especies más representativas fueron *Handroanthus chrysanthus*, *Cochlospermum vitifolium*, *Armatocereus cartwrightianus*, *Bonelli Sprucei*, *Cynophalla flexuosa*, *Jacquemontia pentanthos* y *Pseudabutylon umbellatum*, las cuales fueron observadas en las tres franjas altitudinales. En cuanto diversidad, se obtuvo una diversidad media en las franjas uno y tres, con valores de 2.34 bits y 2.99 bits respectivamente, y baja diversidad en la franja dos, con 1.99 bits, mientras que el índice de Simpson mostró una alta dominancia en todas las franjas, *Handroanthus chrysanthus* siendo la especie predominante. El índice de Pretzsch reveló que las franjas uno y dos tenían una distribución no uniforme del rodal, siendo más uniforme en la franja tres. La prueba estadística T de Hutcheson evidenció diferencias significativas en la diversidad entre las franjas altitudinales, con valores de p menores a 0,05. La variabilidad observada en la flora del Cerro Zapotal se explica principalmente por la abundancia de especies en cada franja altitudinal.

Palabras claves: Flora, Cerro Zapotal, estructura, composición espacial, franja altitudinal.

ABSTRACT

The forests within the province of Santa Elena are considered seasonally dry tropical forests. These forests host a wide variety of thorny flora species, with very few herbaceous or epiphytic growth forms. Cerro Zapotal has been affected by both anthropogenic and natural factors, which pose various threats to the diversity and abundance of plant species in the area. Therefore, the present study aimed to analyze the spatial structure and composition of flora at Cerro Zapotal through transects and altitudinal analysis, assessing variations in diversity and abundance. As a result, a total of 16 families and 29 species were identified. The most representative species observed in all three altitudinal zones were *Handroanthus chrysanthus*, *Cochlospermum vitifolium*, *Armatocereus cartwrightianus*, *Bonelli Sprucei*, *Cynophalla flexuosa*, *Jacquemontia pentanthos*, and *Pseudabutilon umbellatum*. Regarding diversity, moderate diversity indices were found in zones one and three, with values of 2.34 bits and 2.99 bits, respectively, while zone two exhibited lower diversity at 1.99 bits. The Simpson index indicated high dominance across all zones, with *Handroanthus chrysanthus* as the predominant species. The Pretzsch index revealed non-uniform distribution of the forest stand in zones one and two, contrasting with more uniform distribution in zone three. The Hutcheson's T-test showed significant diversity differences among altitudinal zones, with p-values less than 0.05. The observed variability in Cerro Zapotal's flora is primarily explained by differential species abundance across altitudinal zones.

Keywords: Flora, Cerro Zapotal, structure, spatial composition, altitudinal bands

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país localizado al noroccidente de América del sur, con una superficie de 256 370 km², se ubica en una región de clima tropical. Todo el territorio ecuatoriano está atravesado de manera longitudinal por la Cordillera de los Andes, que configura una topografía y orografía muy distintivas en todo el país. Además, las costas de Ecuador son influenciadas por la corriente fría y seca de Humboldt. La combinación de estos factores da lugar a una amplia diversidad de climas y tipos de vegetación en el país, y como resultado, Ecuador para el 2008 albergaba un total de 17,058 especies botánicas (Muriel, 2008).

Ecuador se divide en 4 regiones: Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos. Cada región con su propia biodiversidad distintiva. La región litoral de Ecuador, situada entre las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes y el Océano Pacífico, abarca aproximadamente 80,000 km² y se estima que alberga alrededor de 6,300 especies de plantas vasculares en altitudes inferiores a los 800 metros. Esta área está influenciada por dos corrientes oceánicas notoriamente diferentes en términos de sus características físicas y biológicas: El Fenómeno de El Niño y la Corriente de Humboldt (Cornejo, 2022). Estas corrientes se alternan a lo largo de la costa de Ecuador, creando dos regiones biogeográficas distintas en términos de su flora, además de un patrón estacional que afecta los aspectos fenológicos de las plantas.

Los ecosistemas que se encuentran en la provincia de Santa Elena pertenecen a los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) en la región ecuatorial del Pacífico. Esta región se caracteriza por su rica diversidad y la presencia de especies endémicas (Astudillo et al., 2019).

Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) son ecosistemas que consisten en bosques que experimentan marcadas variaciones estacionales en cuanto a su clima. Estos bosques reciben aproximadamente el 80% de su precipitación anual durante un período de cuatro meses, con una media de precipitación que puede superar los 200 mm por mes durante estos meses. Por otro lado, experimentan un período de sequía que se extiende de 6 a 8 meses al año, durante el cual la precipitación rara vez supera los 10 mm mensuales lo que crea un déficit de agua significativo (Espinosa et al., 2012).

Los BTES se caracterizan por albergar gran cantidad de especies espinosas, y muy poca abundancia de plantas herbáceas (Espinosa et al., 2012). Tienden a estar estrechamente vinculados a la presencia de barrancos y laderas de montaña, lo que conlleva una gran variación en cuanto a tamaños, fenología y la composición de especies entre estos bosques. En las comunidades vegetales con una disponibilidad de agua más limitada, es común observar un dosel de menor altura y troncos de menor grosor, además de una estructura vertical más sencilla en comparación con los bosques secos que reciben una mayor cantidad de precipitación (Saenz et al., 2022).

Varios estudios indican que la altitud influye en la diversidad de especies. Esto se debe a menudo a que la altitud está relacionada con otros factores ambientales como la temperatura y la humedad. En ciertos gradientes de altitud, se ha observado que la diversidad de especies varía de manera más significativa de lo que se esperaría en comparación con cambios graduales, como se ha observado en los bosques húmedos (Espinosa et al., 2012).

A pesar de albergar una gran biodiversidad, los BTES de la provincia de Santa Elena se han visto afectados por diversos factores antrópicos y naturales. Los cuales afectan a la diversidad,

abundancia, composición y estructura de la vegetación presentes en estos bosques, por lo cual nace la necesidad de realizar una investigación en cuanto a la estructura y composición florística. Investigación que será realiza en el Cerro Zapotal, ubicado en la Comuna Zapotal, al sur de la provincia de Santa Elena.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) representan el 42% de los ecosistemas tropicales y tienen una amplia distribución en América (Reyes, Reyes, & Durán, 2021). Los ecosistemas que se encuentran en la provincia de Santa Elena forman parte de los bosques tropicales estacionalmente secos ubicados en el Pacífico ecuatorial, estos bosques constituyen una región con una gran variedad de especies vegetales y animales, además de contar con la presencia de especies endémicas (Astudillo et al., 2019).

En la provincia de Santa Elena, se enfrenta a varios desafíos principales en términos de conservación de la biodiversidad de los ecosistemas: la deforestación, desertización, cambio climático, fenómenos naturales y la falta de información. Estos problemas complican la tarea de gestionar de manera adecuada el entorno ambiental y la diversidad de especies presentes (Astudillo et al., 2019).

El Cerro Zapotal, se encuentra en la Comuna Zapotal, al sur de la provincia de Santa Elena. El cerro alberga una vegetación, que se ha visto amenazada por efectos antrópicos y naturales sobre la diversidad, abundancia, distribución y estructura de estas especies vegetales. Motivo por el cual es importante desarrollar investigaciones sobre la estructura y composición florística.

3. JUSTIFICACIÓN

La biodiversidad en los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) de la provincia de Santa Elena está en constante cambio debido a diversos desafíos, como la deforestación, la desertización, el cambio climático y fenómenos naturales (Astudillo et al., 2019). Al igual que en la mayoría de ecosistemas de la provincia de Santa Elena, el Cerro Zapotal se ha visto afectado por factores antrópicos y naturales, como la expansión urbana, la agricultura intensiva, la deforestación y cambios climáticos. Estos factores antrópicos y naturales crean diferentes tipos de amenazas para la diversidad, abundancia, distribución y estructura de las especies vegetales en el Cerro Zapotal.

El Cerro Zapotal, con su altitud de aproximadamente 300 metros sobre el nivel del mar, representa un entorno ideal para estudiar la estructura y composición espacial. Al realizar un análisis altitudinal y estudios en la estructura y composición espacial de la vegetación a medida que asciende el Cerro Zapotal se determinará si existen zonas específicas que albergan una mayor diversidad y abundancia de especies.

El presente estudio proporcionará información esencial para comprender cómo la diversidad y distribución de la flora varían en función de las diferencias altitudinales en este entorno geográfico específico. La presente investigación resulta viable debido a que se cuenta con los recursos necesarios para su realización dado que no implica una inversión tecnológica cuantiosa.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la estructura y composición espacial de la flora en el Cerro Zapotal, mediante transectos y análisis altitudinal, determinando la variación de diversidad y abundancia.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las especies de flora utilizando claves taxonómicas.
2. Determinar la diversidad, abundancia y estructura vertical mediante índices de diversidad.
3. Comparar la diversidad de flora a diferentes franjas altitudinales mediante la prueba estadística de t de Hutcheson.

5. HIPÓTESIS

H: La estructura y composición de la flora varía en las diferentes franjas altitudinales del Cerro Zapotal.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 GRADIENTE ALTITUDINAL

El gradiente altitudinal describe la variación en las condiciones ambientales, como temperatura y humedad, a medida que aumenta la altitud. Este fenómeno ejerce una influencia significativa en las características edafoclimáticas de los ecosistemas, particularmente en los bosques tropicales (Murga et al., 2022). Los gradientes altitudinales actúan como una herramienta heurística y un experimento natural para investigar patrones en la naturaleza. Por ejemplo, permiten estudiar la relación entre la diversidad de especies y el clima, así como la variación de la vegetación en función de la altitud (Williams & Toledo, 2021).

6.2 BOSQUES DEL ECUADOR

Ecuador cuenta con 12.5 millones de hectáreas de bosques, lo que equivale a la mitad de su territorio. De estas, aproximadamente 8.9 millones están bajo alguna categoría de conservación. Entre ellas, 4.9 millones están dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, mientras que 2.4 millones se designan como Bosques y Vegetación Protectora, y 1.6 millones están en terrenos con acuerdos de conservación (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2022).

6.2.1 Bosque tropical

En Ecuador los bosques tropicales se encuentran en la región Costa y Amazonía. En estos bosques se pueden hallar una amplia variedad de árboles, que incluyen ceibos, guayacanes, cedros, caobas y otros más, sumando más de 200 especies. En cuanto a la fauna, se estima que más de 3.500 especies de mamíferos, peces, anfibios, reptiles y aves viven en estos

entornos naturales (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2020). Estas áreas se distinguen por la influencia de diversos elementos, como gran cantidad de neblina, altos niveles de precipitación y humedad, una menor disponibilidad de luz solar, pendientes empinadas y deslizamientos naturales frecuentes. Estos factores contribuyen a la creación de un variado paisaje vegetal, con una amplia gama de microclimas, características del suelo y diferentes relieves (Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008) (Muñoz, 2017).

6.2.2 Matorral seco

Se localiza en la región suroccidental del país, especialmente en áreas más secas y cálidas, que están próximas y a menudo contiguas al Océano Pacífico o los manglares. Esta formación se extiende por las provincias de Guayas, Manabí, El Oro y Loja, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 200 metros, en terrenos con pocas elevaciones. Sin embargo, en Loja, se puede encontrar esta vegetación a altitudes de hasta 1.000 metros en áreas con fuertes pendientes, aunque posiblemente como resultado de la degradación de la formación original (Aguirre, Kvist, & Sánchez, 2006).

6.2.3 Matorral interandino

El Matorral interandino se sitúa en los valles interandinos entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental, debido al efecto de sombra pluviométrica causado por ambas cordilleras, el Matorral Interandino experimenta una precipitación relativamente baja, originalmente estaba dominado por arbustos, gran parte de su vegetación ha sido reemplazada por cultivos, pastizales o bosques de árboles exóticos como los géneros Pinus y Eucaliptus, en los valles secos, como Chota, Guayllabamba y Patate, la vegetación nativa es espinosa (Ron, 2020).

6.2.4 Páramo

En Ecuador, los páramos se sitúan a una altitud promedio de 3,300 metros sobre el nivel del mar y cubren aproximadamente el 7% del territorio nacional. Sus particularidades se originan por la baja tasa de evaporación y transpiración, altos niveles de humedad, acumulación de materia orgánica y la morfología específica de las plantas que los componen (Chuncho & Chuncho, 2019). La flora en esta zona se distingue por su baja estatura y está mayormente compuesta por hierbas que crecen en densas agrupaciones (Ron, 2020).

6.2.5 Bosque montano

Estas áreas tienen un amplio rango altitudinal, oscilando entre los 1300 y 3400 metros, con un clima templado predominante. La altura del dosel arbóreo generalmente no supera los 25 metros, y se observa una notable presencia de plantas epífitas, destacando musgos, helechos, orquídeas y bromelias. En áreas de altitud media, especialmente en las horas vespertinas, los bosques se envuelven en niebla y experimentan precipitaciones horizontales procedentes de nubes cercanas al suelo (Ron, 2020).

6.2.6 Bosque piemontano

Bosque siempreverde y con una alta cantidad de endemismo de plantas (Bravo, 2014). Esta región se extiende a alturas que varían desde los 300 hasta los 1300 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por un ambiente húmedo y cálido, pero agradable. En este hábitat predominan los árboles pertenecientes a las familias Mimosaceae, Fabaceae y Burseraceae (Ron, 2020).

6.3 BOSQUES TROPICALES ESTACIONALMENTE SECOS

Los bosques tropicales estacionalmente secos se destacan por su significancia tanto biológica como económica, ya que albergan una gran cantidad de especies endémicas y proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos (Astudillo E. , Pérez, Medina, & Medina, 2019). Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) son bosques deciduos y semideciduos. Se ven marcados por dos épocas: la época lluviosa, que ocurre alrededor de 4 meses, y la época seca, que dura de 6 a 8 meses. Estos bosques permanecen verdes durante toda la época lluviosa (Espinosa et al., 2012).

Suelen estar estrechamente asociados con la presencia de barrancos y laderas de montañas, lo que resulta en una notable variación en términos de tamaños de árboles, fenología y composición de especies entre estos bosques. Sus elevaciones suelen ser menores a los 1400 msnm. (Saenz et al., 2022).

6.4 FLORA EN ECUADOR

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), hasta el año 2000 se había evaluado el estado de amenaza de solo 461 especies de plantas endémicas en Ecuador. En ese mismo año, se lanzó la primera edición del "Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador", que examinaba la situación de conservación de 4,011 especies endémicas del país. Posteriormente, en 2011, se publicó la segunda edición del libro, en la cual se evaluaron 4,500 especies endémicas (León et al., 2011). Desde entonces, no se ha publicado una versión actualizada que abarque toda la vegetación del país. En cuanto a las plantas vasculares, el Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador, publicado en 1999, registró un total de 15,306 especies en Ecuador, incluyendo 1,298 pteridofitas, 17

gimnospermas y 13,991 angiospermas. Para el año 2012, esta cifra había aumentado a 17,748 especies nativas confirmadas, con 1,422 pteridofitas, 18 gimnospermas y 16,308 angiospermas (Neill, 2012).

6.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS ENCONTRADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

6.5.1 Familia Acanthaceae

La familia Acanthaceae se destaca por sus especies con flores vistosas y follaje atractivo. Consta de 4750 especies y 190 géneros, ubicándose entre las familias de angiospermas más diversas a nivel mundial. Sus características distintivas incluyen hojas opuestas dispuestas de manera decusada, nudos engrosados, una línea interpeciolar más o menos evidente, y la presencia de brácteas y/o bractéolas prominentes. Sus frutos son cápsulas y carecen de propiedades organolépticas como aroma o látex. La mayoría de las especies de esta familia son herbáceas o arbustivas (Villanueva & Condo, 2019).

6.5.2 Familia Amaranthaceae

La familia comprende 178 géneros y 2,052 especies aceptadas. Incluye hierbas, subarbustos, y ocasionalmente plantas trepadoras, tanto anuales como perennes. Sus tallos son erectos, glabros, ramificados, a veces con espinas, de color verde a rojizo, con un surco hacia el interior. Las hojas son simples, opuestas o alternas, enteras, penninervias, con márgenes enteros o dentados, con el envés rojizo o verde-rojizo, frecuentemente agrupadas en la base o en el extremo de las ramas, y presentan ramillas en las axilas. Las flores son hermafroditas o unisexuales, con bractéolas, y un perianto de 2 a 5 tépalos, que pueden ser membranosos, escariosos, o raramente herbáceos. El fruto puede ser un utrículo, nuez o

cápsula, raramente una baya, con un pericarpio membranoso, indehisciente o con dehiscencia irregular o transversal (pixidio) (Aguirre, 2018).

6.5.3 Familia Anacardiaceae

Son árboles y arbustos que poseen una resina aromática en distintas partes de la planta, especialmente en la corteza interna del tronco y las ramas. Esta resina tiene un olor similar al del mango y, en algunas especies, es cáustica y venenosa. Presentan una copa irregular y frondosa. Las hojas pueden ser simples o compuestas imparipinadas, con folíolos pareados o en grupos de tres, dispuestas de manera alterna alrededor de las ramitas. Las flores son pequeñas y numerosas, formando grandes panículas axilares o terminales, a menudo unisexuales y regulares, con 3 a 5 sépalos y 3 a 5 pétalos distintos. Tienen hasta 10 estambres insertados en el borde de un disco, y el pistilo tiene un ovario súpero de 1 a 5 celdas y un óvulo, con un estilo y tres estigmas (Aguirre, 2018).

6.5.4 Familia Bignoniaceae

La familia Bignoniaceae comprende aproximadamente 82 géneros y 827 especies de árboles, arbustos o lianas (Burelo & Guadarrama, 2019). Estos carecen de espinas, siendo raro encontrar especies herbáceas, suelen tener pseudoestípulas en las yemas de los brotes axilares. Sus hojas son pecioladas, mayormente opuestas, aunque a veces pueden ser alternas, y pueden ser palmati-, pinnati- o bipinnaticompuestas, aunque ocasionalmente simples. Los folíolos muestran polimorfismo y pueden tener bordes enteros o aserrados (Juárez, Bignoniaceae, 2020). Las flores son vistosas y zigomorfas. El cáliz consta de 5 lóbulos, que pueden estar dentados, ocasionalmente bilabiados o enteros. La corola también está lobulada o bilabiada, con un tubo largo y de varios colores, como amarillo, rojo y lila. El ovario es súpero. Los frutos son cápsulas que se abren por dos valvas, similar a una

legumbre, y pueden ser septisidas o loculicidas. Las semillas son numerosas, planas, de color blanquecino y aladas (Aguirre, 2018).

6.5.5 Familia Bixaceae

La familia incluye 4 géneros y 23 especies. Estas plantas son principalmente árboles y arbustos que se distinguen por tener un fuste de color casi morado. Durante la época de floración, pierden sus hojas y se cubren de flores vistosas de colores amarillo, blanco o rosa. Las hojas son simples y alternas, con nervadura palmada o lobada y estípulas. Las flores se presentan en panículas o racimos y son perfectas e hipóginas. Tienen un perianto compuesto por 5 sépalos imbricados y una corola de 5 pétalos. Los frutos son cápsulas grandes y dehiscentes, con apéndices en el caso de la especie *Bixa Orellana*. Las semillas tienen una testa carnosa de color rojo y un endosperma granuloso y feculento, a veces cubiertas de pelo algodonoso (Aguirre, 2018).

6.5.6 Familia Boraginaceae

Esta familia cuenta con 155 géneros y 2686 especies aceptadas, representadas por hierbas, arbustos, bejucos y árboles. El tronco crece de manera recta y con un patrón de crecimiento simpodial, presentando una corteza fisurada de color gris oscuro. Las hojas son simples, se distribuyen alternadamente en el tallo y generalmente son enteras, a veces con pelos rígidos o ásperos. Las flores se disponen en cimas espirales en el eje, con cáliz compuesto por 5 sépalos distintos o unidos, corola de 5 lóbulos en forma de rueda, embudo o campana, 5 estambres insertos en la corola y alternos con los lóbulos, y un pistilo con ovario súpero de 2–4 celdas y generalmente 4 óvulos, con 1 estilo y estigma simple o de 2–4 lóbulos. El fruto es una drupa formada por cuatro nuececillas, las cuales son características esenciales para su identificación (Aguirre, 2018).

6.5.7 Familia Burseraceae

La familia Burseraceae abarca alrededor de 600 especies distribuidas en 16 a 18 géneros, que se encuentran en regiones tropicales y consisten en árboles y arbustos. Varias especies de árboles dentro de esta familia son comercialmente valiosas por su madera, la cual puede ser brillante, aromática y de diferentes densidades (Riesco, Imaña, & de Paula, 2020). Las hojas son alternas y compuestas, imparipinadas, con márgenes que pueden ser enteros o dentados, y en algunas especies, el raquis es alado. Todas las partes de estas plantas producen una resina muy fragante, conocida comúnmente como incienso (Aguirre, 2018).

6.5.8 Familia Cactaceae

Esta familia presenta características morfológicas tales como tallos suculentos, generalmente de color verde, una tendencia a carecer de hojas y tallos protegidos por espinas que varían en forma, tamaño y color. Algunos rasgos distintivos de esta familia incluyen la presencia de aréolas, un meristemo apical dividido en cuatro zonas específicas y un ovario que se encuentra hundido en el receptáculo. Las aréolas son especialmente notables, ya que son pequeñas protuberancias con nudos reducidos y están cubiertas por tricomas multicelulares. Estas aréolas se encargan de producir tanto flores como brotes nuevos (Arias, 2019). Cuenta con 176 géneros y 2233 especies aceptadas (Aguirre, 2018).

6.5.9 Familia Capparaceae

Está constituida por especies con formas de crecimiento arbustivo, arbóreo e incluso lianas, y está compuesta por 35 géneros y alrededor de 440 especies. Estas plantas se encuentran principalmente en zonas tropicales y subtropicales (Washbrum & Cornejo, 2023). Tienen fustes fisurados que forman cuadros y rectángulos perfectos, con una corteza de color gris

oscuro. Las hojas son simples o palmeado-compuestas, alternas, con pubescencia blanquecina en el envés y de un verde lustroso en el haz. Sus flores pueden ser regulares o zigomorfas, de diversos colores llamativos, con un cáliz de cuatro sépalos y una corola de cuatro pétalos, además de cuatro estambres libres y grandes (Aguirre, 2018).

6.5.10 Familia Caprifoliaceae

La familia comprende 53 géneros y 857 especies. Estas plantas son arbustos y hierbas que forman densos cojines, como la Valeriana. Tienen un fuste leñoso y recto, con corteza café-claro ligeramente fisurada. Se distinguen por su olor fuerte y característico debido al ácido valerianico en las raíces. Las hojas son simples o a veces pinnadas, opuestas o verticiladas, con estípulas ausentes o representadas por apéndices filiformes o glandulosos. Las flores son perfectas, regulares o irregulares, con corolas gamopétalas y estambres insertos en el tubo de la corola. Los frutos pueden ser cápsulas, bayas o drupas, con semillas con albumen carnosos (Aguirre, 2018).

6.5.11 Familia Convolvulaceae

Son plantas herbáceas, a menudo trepadoras, con tallos suculentos y látex lechoso. Sus hojas son simples y alternas, y las flores, generalmente perfectas, se agrupan en cimas o pueden ser solitarias. Los sépalos son desiguales y la corola suele ser campanulada o en forma de embudo. Los estambres están unidos a la base del tubo corolino y las anteras se abren longitudinalmente. El ovario es súpero, con 2 (raramente 3-5) carpelos unidos, y los frutos pueden ser capsulares o bacciformes. Las semillas son planas y tienen un embrión recto o curvo (Chiarini & Anton, 2019).

6.5.12 Familia Fabaceae

La familia Fabaceae se divide en tres subfamilias: Mimosoideae, que se halla en zonas secas y premontanas, con características como fustes retorcidos, espinas grandes y duras, hojas compuestas bipinadas, flores vistosas en inflorescencias de cabezuela o espiga, y frutos en forma de vaina; Caesalpinioideae, presente en bosques húmedos y secos tropicales, con hojas compuestas bipinadas o pinnadas, espinas en las ramas jóvenes, flores grandes y vistosas en inflorescencias terminales, y frutos en forma de vaina o legumbre; y Faboideae, predominantemente en trópicos secos y húmedos, con hojas compuestas y flores muy irregulares en forma de mariposas, de colores llamativos, y frutos que pueden ser legumbres (Aguirre, 2018).

6.5.13 Familia Malvaceae

La familia Malvaceae tiene una amplia distribución en diversas regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo. Esta familia engloba especies que van desde herbáceas hasta árboles de gran tamaño. Con más de 115 géneros y más de 2000 especies conocidas (Robles & Sánchez, 2022), los miembros de esta familia pueden presentarse en forma de árboles, arbustos y hierbas. Tienen características como mucílago presente, corteza fibrosa, hojas alternas con márgenes dentados, venación palmada, indumento estrellado o lepidoto, peciolo con pulvínulos, y estípulas. La inflorescencia se organiza en "unidades bicolors" (Torreano & Fajardo-Gutiérrez, 2024).

6.5.14 Familia Primulaceae

Plantas herbáceas, que pueden ser anuales o perennes, caracterizadas por rizomas simpódicos o tubérculos, y tallos y hojas frecuentemente cubiertos de pelos glandulares simples o compuestos. Las hojas son simples, alternas u opuestas, a menudo agrupadas en

rosetas en la base, y pueden ser enteras o lobuladas. Sus flores se disponen en racimos, verticilos o panojas (Juárez, 2022).

6.5.15 Familia Rhamnaceae

Las plantas de la familia, que incluyen arbustos, árboles pequeños e incluso lianas, suelen tener espinas en hojas, tallos o estípulas. Sus hojas son mayormente simples, ocasionalmente subopuestas u opuestas, con bordes enteros o ligeramente dentados. Las flores son discretas, con simetría radial, periánticas o epíginas, perfectas o raramente imperfectas (Aguirre, 2018).

6.5.16 Familia Rubiaceae

Amplia diversidad de plantas que comprenden 609 géneros y 13,673 especies reconocidas (Aguirre, 2018). Sus tallos, en su mayoría, son cilíndricos, ocasionalmente angulosos, y usualmente carecen de espinas. Las hojas tienden a estar dispuestas en pares opuestos, dispuestos en forma de X, o en ocasiones en verticilos, y son simples y enteras. Por lo general, presentan estípulas, que pueden estar fusionadas, y estas pueden ser persistentes o caerse con el tiempo, presentando una gran variedad de formas, desde enteras hasta muy divididas. Las inflorescencias muestran una amplia diversidad de patrones de ramificación, desde umbelas amplias hasta racimos o grupos compactos, y rara vez se encuentran flores solitarias. Además, generalmente están acompañadas por brácteas (Bacigalupo, 2022).

7. METODOLOGÍA

7.1 ÁREA DE ESTUDIO

La Comuna Zapotal se encuentra ubicada dentro de la Parroquia Chanduy, provincia de Santa Elena, en el kilómetro 48 de la vía Guayaquil-Salinas. Comprende una extensión territorial de 122.98 km². Dentro de la comuna se encuentra el Cerro Zapotal (figura 1) en las coordenadas 2°22'21.66" S y 80°32'26.92" W, teniendo una altitud de 314 m s. n. m. (Castro, 2021).

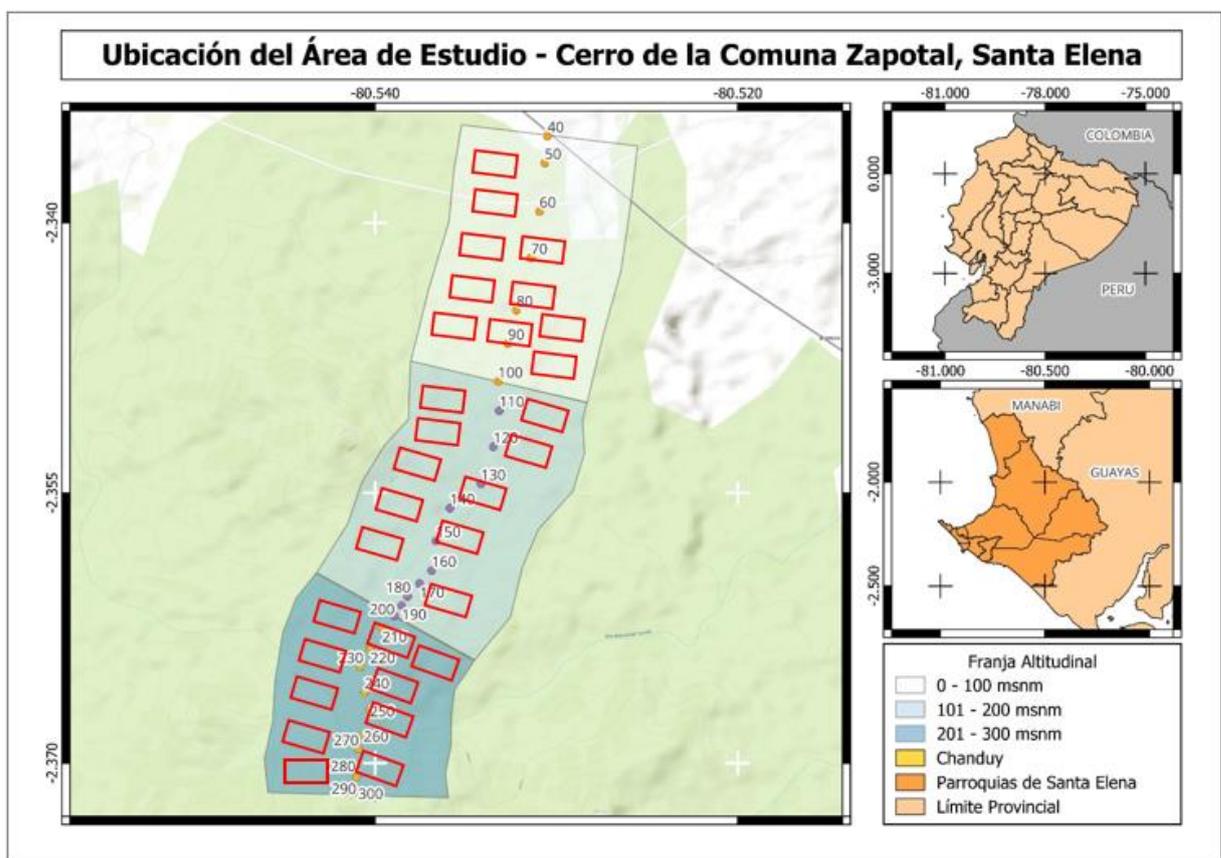


Figura 1. Ubicación de 30 transectos en el área de estudio.

7.2 FASE DE CAMPO

7.2.1 Franjas altitudinales

El Cerro Zapotal cuenta con una gradiente altitudinal de 314 m s.n.m., procediéndose a dividir el área en tres franjas altitudinales, cada una de 100 metros de alto. Cada franja se divide en una estación de 1000 m², dentro de cada estación se utilizó la metodología de Gentry (1982).

7.2.2 Coordenadas de las franjas altitudinales

Las coordenadas se registraron mediante el uso del GPS portátil Garmin GPSMAP 66s (tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas de las franjas altitudinales

Franja altitudinal	Coordenadas
0 – 100 m s. n. m.	2°20'45.33"S – 80°31'56.65"O
101 m s. n. m. – 200 m s. n. m.	2°21'33.56"S – 80°32'9.85"O
201 m s. n. m. – 300 m s. n. m.	2°22'13.00"S – 80°32'25.91"O

7.2.3 Metodología de Gentry (1982)

Para la metodología de Gentry (1982), en cada franja altitudinal se estableció diez subestaciones rectangulares de 50x2 metros (figura 2). Dentro de estas áreas, se llevó a cabo un censo y medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 2.5 centímetros y la altura de cada árbol. Además, en el lado derecho de cada una de estas áreas rectangulares, se recopilaban o registraban las especies, como hierbas y arbustos (Ducuara et al., 2019).

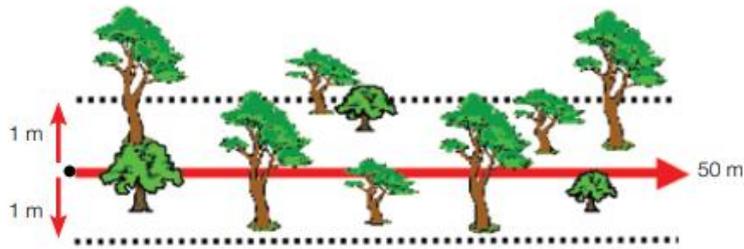


Figura 2. Transecto de muestreo tipo Gentry utilizado para estimar la diversidad y estructura vertical de una comunidad arbórea.

Fuente: Ducuara et al., 2019.

7.2.4 Estructura vertical

Para la medición de la estructura vertical, se dividió a los árboles en estratos según su altura por cada una de las franjas altitudinales. El estrato I alto, corresponde al intervalo 80%-100% donde el 100% corresponde al árbol con mayor altura. El estrato II medio, corresponde al intervalo 50%-80% y el estrato III bajo, corresponde al intervalo 0-50% (Aguirre, 2002; Pretzsch, 2009) (Holguín et al., 2021).

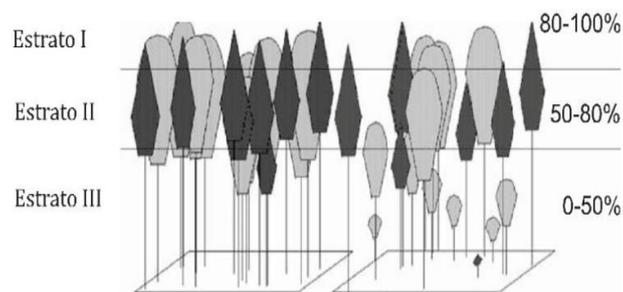


Figura 3. Clasificación para el análisis de la distribución vertical de especies arbóreas.

Fuente: Pretzsch, 2009. Modificado por Holguín, Aguirre, Yerena, & Pequeño, 2021.

7.2.5 Altura

Para la medición de la altura de los árboles se utilizó un clinómetro, un instrumento que sirve para medir el ángulo de altura o de depresión (Caraballo, Mur, Palancar, Ponce, & Sañudo, 2016), además se utilizará una regleta como punto de referencia para la altura de los árboles. En campo se tomará las variables: identificación de árbol, pendiente arriba de la regleta, pendiente a la base de la regleta, pendiente de la altura del árbol, posteriormente los datos serán analizados en el software SAS (Statistical Analysis System) siguiendo la metodología propuesta por López (2005).

En el plano que se observa en la figura 5, la dimensión horizontal está representada por el eje de las abscisas (X), que indica la distancia entre el árbol y el ojo del observador. Por otro lado, el eje de las ordenadas (Y) refleja tanto las alturas del árbol como de la regleta situada en la base del árbol, la cual tiene una longitud conocida. En este eje también se encuentra la magnitud de la ordenada al origen. Desde el ojo del observador hasta cualquier punto del árbol, solo existen líneas rectas. Estas líneas, al estar dentro de un plano cartesiano, pueden ser representadas mediante la ecuación de la forma:

$$Y = aX + b$$

- Y representa la altura desde la base del árbol hasta cualquier punto en el fuste (m).
- a es la pendiente de la recta expresada en porcentaje.
- X indica la distancia horizontal entre el árbol y cualquier punto en la recta (m).
- b es la distancia vertical (m) entre el origen del plano cartesiano (base del árbol) y el punto donde la recta intercepta al eje de las ordenadas (ordenada al origen).

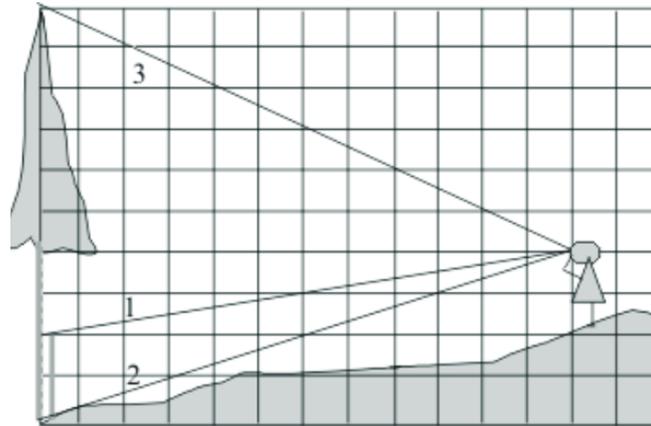


Figura 4. Esquema del procedimiento de medición de la altura de un árbol.

Fuente: López, 2005.

7.2.6 Metodología para la identificación de flora

La identificación de la flora en el Cerro Zapotal se llevó de manera “*in situ*” y en registro fotográfico. Además, se empleó base bibliográfica, que incluye guías botánicas, claves taxonómicas, literatura especializada y softwares (tabla 2), para realizar una identificación precisa de la clasificación de las especies observadas en la zona de muestreo.

Tabla 2. Guías de identificación para la flora.

<i>Nombre de la guía</i>	<i>Autores</i>	<i>Año publicación</i>
<i>Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador</i>	Lucía de la Torre, Hugo Navarrete, Priscilla Muriel, Manuel Macía y Henrik Balslev	2008
<i>Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador</i>	Susana León-Yáñez, Renato Valencia, Nigel Pitman, Lorena Endara, Carmen Ulloa Ulloa y Hugo Navarrete	2012
<i>Familia y géneros arbóreos del Ecuador</i>	Walter A. Palacios	2011
<i>Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización.</i>	Zhofre Aguirre Mendoza	2012
<i>Principios para el estudio de las familias botánicas del Ecuador</i>	Zhofre Aguirre Mendoza	2018
<i>Árboles del Bosque Seco del Parque Histórico de Guayaquil</i>	Natalia Molina Moreira, Naskia Morán del Pozo, Marcia Fabara	2022

7.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

7.3.1 Registro de datos

Los datos se registraron en la hoja de cálculo Excel, elaborando una tabla dividida en orden, familia, género, especie, número de individuos y estrato. Esta tabla sirvió posteriormente para aplicar los índices de Shannon-Weiner, Dominancia de Simpson y A de Pretzsch. Los datos obtenidos fueron analizados con los softwares RStudio versión 4.3.3, Minitab versión 21.1 y PAST versión 4.03.

7.3.2 Índice de Shannon-Weiner

El índice de Shannon (H') es una medida de la diversidad de especies en una muestra, que refleja tanto la riqueza (número de especies) como la equitatividad (distribución relativa de individuos entre las especies). Este índice mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de la colección. Un valor más alto de H' indica una mayor diversidad y una distribución más equitativa de individuos entre las especies (Valdez et al., 2018).

$$H' = - \sum (p_i \cdot \ln (p_i))$$

Donde:

- H' es el Índice de Shannon.
- S es el número total de especies en el ecosistema.
- p_i representa la proporción de individuos de la especie i en relación con el total de individuos en el ecosistema.

- \ln es el logaritmo natural.

7.3.3 Índice de Dominancia de Simpson

Este índice se basa en la abundancia relativa de las especies presentes en un área y mide la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar dentro del hábitat pertenezcan a la misma especie. La interpretación del Índice de Simpson se relaciona con la probabilidad de dominancia de una especie en el hábitat. Cuanto más cercano sea el valor de este índice a 1, mayor será la probabilidad de que una especie domine en el área, lo que indica una menor diversidad de especies. Por otro lado, cuanto más se acerque el valor de este índice a 0, mayor será la biodiversidad del hábitat, ya que indica una distribución más uniforme de las especies y una menor probabilidad de dominancia (Panchana, 2023).

$$D = 1 - \sum (p_i)^2$$

Donde:

- D es el Índice de Diversidad de Simpson.
- S es el número total de especies en el hábitat o ecosistema.
- p_i representa la proporción de individuos de la especie i en relación con el total de individuos en el hábitat.

7.3.4 Índice de A de Pretzsch

Para caracterizar la estructura vertical de la comunidad arbórea se utilizó el índice de distribución vertical de especies (A), a partir de este índice se derivan el A_{\max} , que representa el valor máximo de A determinado por el número de especies y las zonas de

altura; y el A_{rel} , que es la estandarización porcentual del índice A (Silva et al., 2021). La fórmula para estimar este índice es:

$$A = - \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^Z op_{ij} \cdot \ln p_{ij}$$

Donde:

- A es el Índice de distribución vertical
- S es número de especies presentes en el área
- Z es número de estratos
- p_{ij} es porcentaje de especies en cada zona
- $p_{ij} = \frac{n_{ij}}{N}$
- n_{ij} = Número de individuos de la misma especie (i) en la zona (j)
- N es número total de individuos.

7.3.5 Prueba estadística de t de Hutcheson

La prueba t de Hutcheson sirve para determinar si existen diferencias significativas en la diversidad de especies entre dos o más muestras (Corra et al., 2002).

$$t = \frac{H_a - H_b}{\sqrt{S_{H_a}^2 + S_{H_b}^2}}$$

Donde H representa el índice de diversidad de Shannon para cada una de las dos muestras (subíndices a y b). El denominador de la fórmula se refiere a la varianza de cada una de las muestras.

Para obtener la varianza (el denominador de la anterior fórmula) se debe obtener primero la variancia para el índice de diversidad de Shannon, siendo la fórmula la siguiente:

$$S_H^2 = \frac{\sum p(\ln p)^2 - (\sum p \cdot \ln p)^2}{N} + \frac{S - 1}{2N^2}$$

Donde:

- S es número total de especies
- N es la abundancia total
- p es la proporción que cada especie hace con respecto al otro.

Una vez obtenido el valor de t se procede a calcular los grados de libertad para determinar si la diferencia de la diversidad es estadísticamente significativa.

$$df = \frac{(S_{H_a}^2 + S_{H_b}^2)^2}{\left(\frac{(S_{H_a}^2)^2}{N_a} + \frac{(S_{H_b}^2)^2}{N_b}\right)}$$

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

8.1 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA FLORA.

En las tres franjas altitudinales se registró un total de 16 familias, destacándose como más representativas las familias Capparaceae, Fabaceae, Bignoniaceae y Malvaceae (tabla 2).

La forma de crecimiento de 15 especies fue arbórea, 6 arbustivos, 6 herbáceas y 1 especies trepadoras.

Tabla 3. Clasificación de la flora encontrada en la zona de estudio.

Familia	Especie	N. Común	Crecimiento
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	Herbáceo
	<i>Ruellia blechum</i>	Albahaca morada	Herbáceo
	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del toro	Herbáceo
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pubiflora</i>	Escancel morado	Herbáceo
Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	Gualtaco	Arbóreo
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Guayacán maderero	Arbóreo
	<i>Handroanthus ochraceus</i>	Guayacán	Arbóreo
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bototillo	Arbóreo
Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i>	Muyuyo	Arbustivo
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	Palo santo	Arbóreo
Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Cardo maderero	Arbóreo
Capparaceae	<i>Capparcordis crotonoides</i>		Arbustivo
	<i>Cynophalla flexuosa</i>	Margarito	Arbóreo
	<i>Colicodendron scabridum</i>	Zapote de perro	Arbóreo
	<i>Morisonia sclerophylla</i>	Zapote de perro	Arbóreo
Caprifoliaceae	<i>Lonicera periclymenum</i>		Trepadora
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i>	Borrachera	Arbustivo
	<i>Jacquemontia pentanthos</i>	Campanilla azul	Herbácea

Fabaceae	<i>Bauhinia aculeata</i>	Pata de vaca	Arbóreo
	<i>Libidibia glabrata</i>	Charan verde	Arbóreo
	<i>Mimosa albida</i>	Yanangora	Arbustivo
	<i>Pithecellobium excelsum</i>		Arbóreo
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Escobillo	Herbáceo
	<i>Pseudabutilon umbellatum</i>		Arbóreo
	<i>Waltheria ovata</i>	Lucraco	Arbustivo
Primulaceae	<i>Bonellia sprucei</i>	Lengua de gallo	Arbóreo
Rhamnaceae	<i>Sarcomphalus thyrsoiflorus</i>		Arbóreo
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Crucecita	Arbustivo
	<i>Sphinctanthus aurantiacus</i>	Crucita	Arbustivo

8.1.1 Descripción de las plantas identificadas

Se realizó una descripción de las 29 especies encontradas. Se incluyó información sobre la altura, características de las hojas, particularidades del tronco o tallo, y morfología de las flores.

- **Familia Acanthaceae**



Figura 5. *Elytraria imbricata* (cordeoncillo)

Descripción: Planta herbácea perenne que se encuentra a altitudes bajas, hasta alrededor de 800 msnm. Alcanza una altura de 50 cm. Las hojas, mayormente aglomeradas en el ápice del tallo, son subsésiles o con pecíolos de hasta 2 cm de largo, y tienen láminas elípticas a obovadas. Tiene un tallo triangular en corte longitudinal con tricomas eglandulares dispersos o glabros. La inflorescencia se presenta en pedúnculos, frecuentemente ramificados en la parte superior (Rojas & Vibrans, 2010).



Figura 6. *Ruellia blechum* (albahaca morada)

Descripción: La albahaca morada se puede encontrar hasta los 1500 msnm. Es una dicotiledónea perenne y herbácea que crece hasta los 60 cm de altura. Las hojas, de forma ovada y dispuestas de manera opuesta, tienen una longitud de 3 a 15 cm y un ancho de 2 a 7 cm, con bordes ondulados. El tallo es erecto, herbáceo y de color verde a morado. Las flores suelen ser de color púrpura o blancas (Amesty, 2022).



Figura 7. *Ruellia inundata* (hierba de toro)

Descripción: Hierbas sufruticosas de hasta 1.5 m de altura, se encuentran en altitudes de hasta 1300 msnm. Las hojas son ovadas a ovado-lanceoladas, de 4-15 cm de largo y 1.2-8 cm de ancho, con ápice acuminado y márgenes denticulados. El tallo es piloso y subcuadrangular. Las inflorescencias son de color rosa, se presentan en panículas densas, con pedicelos y brácteas florales lanceoladas (Flora de Nicaragua, 2008).

- **Familia Amaranthaceae**



Figura 8. *Alternanthera pubiflora* (Escancel morado).

Descripción: Hierba erecta o trepadora de hasta 2 metros de altura, que se encuentra a altitudes de hasta 1500 msnm. Las hojas son pecioladas, elípticas, de 5 a 20 cm de largo y 2 a 9 cm de ancho, con una textura escabrosa a tomentosa, de color verde a rojizo. El tallo es verde a rojizo, y puede ser glabro o tomentoso. Las inflorescencias son cabezuelas globosas a cilíndricas, con flores blancas, rosadas, blanco verdosas o con manchas amarillas (Universidad Nacional de Colombia, 2018).

- **Familia Anacardiaceae**



Figura 9. *Loxopterygium huasango* (gualtaco, huasango).

Descripción: El Hualtaco o Guasango es un árbol caducifolio de 15 a 20 m de altura, que habita en planicies y zonas montañosas de bosques secos a altitudes de 0 a 2000 msnm. Las hojas son compuestas, alternas e imparipinadas, con folíolos alargados de base obtusa y ápice agudo, de 30 a 40 cm de longitud. El tronco es irregular, muy ramificado, y presenta una copa globosa y frondosa, con follaje generalmente amarillento (Aguirre, 2012).

- **Familia Bignoniaceae**



Figura 10. *Handroanthus chrysanthus* (guayacán maderero)

Descripción: El guayacán maderero es un árbol caducifolio de 15 a 25 m de altura, que se encuentra en los bosques secos del Ecuador, a altitudes de 0 a 2000 msnm. Las hojas son palmadas y compuestas, con bordes aserrados y el envés ligeramente pubescente. El tronco es recto y la copa es amplia y algo irregular. La corteza es de color pardo oscuro y fisurada. Produce flores tubulares amarillas en racimos (Aguirre, 2012).



Figura 11. *Handroanthus ochraceus* (guayacán)

Descripción: El guayacán crece de 15 a 20 m y se encuentra a altitudes de hasta 1200 m. Las hojas son compuestas y alternas, con cinco hojuelas ovaladas, que presentan pelos en el haz y en el envés, de color férreo o café. El tronco es robusto y resistente. Las flores amarillas, con pétalos unidos y líneas café, se agrupan en las puntas de las ramas (Hernandez, 2020).

- **Familia Bixaceae**



Figura 12. *Cochlospermum vitifolium* (bototillo)

Descripción: El bototillo es un árbol caducifolio que puede crecer entre 8 y 15 metros de altura. Se encuentra en planicies y laderas de bosques secos, a altitudes de hasta 1000 msnm. Las hojas son simples, alternas y trilobuladas, con nerviación palmeada. El envés es grisáceo y finamente pubescente, mientras que el haz es glabro, verde oscuro con tintes rojizos, y los pecioloos son rojizos. El tronco es cilíndrico y recto, a veces ramificado. La corteza es lisa y ligeramente acanalada. Las flores son grandes con una corola de cinco pétalos amarillos brillantes (Aguirre, 2012).

- **Familia Boraginaceae**



Figura 13. *Cordia lutea* (muyuyo)

Descripción: Este arbusto caducifolio, de 5 a 6 m de altura se encuentra en bosques a altitudes de entre 0 y 500 msnm. Las hojas son simples, con forma ovada. El envés está cubierto de pelos cerosos y ásperos, mientras que el haz es muy áspero. El tronco tiene un fuste deforme y muy ramificado, con una copa globosa y bien extendida. La corteza externa es de color pardo oscuro y está agrietada verticalmente. Las flores son grandes, de color amarillo claro, campanuladas y agrupadas en panículas (Aguirre, 2012).

- **Familia Burseraceae**



Figura 14. *Bursera graveolens* (palo santo)

Descripción: Esta especie es un árbol caducifolio de hasta 12 m de altura, que se encuentra en planicies y laderas de bosques secos entre 0 y 2000 msnm. Las hojas son compuestas imparipinnadas con tres pares de hojuelas, miden 20 cm de longitud, y presentan márgenes serrados. El tronco es cilíndrico y se ramifica a partir de los 2 m, con una copa redondeada. La corteza es lisa y varía de azulada a marrón según la edad. Las partes vegetativas son muy olorosas debido a glándulas resiníferas. Las flores, pequeñas y blanco-lila, se agrupan en panículas de 10 cm (Aguirre, 2012).

- **Familia Cactaceae**



Figura 15. *Armatocereus cartwrightianus* (cardo maderero)

Descripción: El cardo maderero se encuentra a altitudes entre 0 y 650 msnm, con una altura de hasta 12 m (Loaiza, 2022). Presenta tallos ramificados de rápido crecimiento. El color del tallo verde varía en intensidad según la edad de la planta. Sus espinas son largas, rígidas y de color grisáceo. Sus flores son nocturnas, con tonalidades rojizas y blancas (Bustamante & Álava, 2020).

- **Familia Capparaceae**



Figura 16. *Capparicordis crotonoides*

Descripción: Arbusto que puede alcanzar hasta 2.5 m de altura. Se encuentra en bosques secos, entre 0 y 500 msnm. Las hojas son simples, alternas y esparcidas, miden de 2 a 6 cm de longitud y hasta 4 cm de ancho, con láminas cordadas, ápice agudo, base cordata y borde entero. El tronco tiene ramitas terminales cilíndricas y densamente pubescentes (Aguirre, 2012).



Figura 17. *Cynophalla flexuosa* (margarito)

Descripción: Este arbusto o árbol perennifolio y lianoide crece hasta 8 m de altura, en altitudes de hasta 1000 m. Las hojas son alternas, elípticas u oblanceoladas, coriáceas y glabras, con base cuneada y ápice retuso. El tronco tiene ramas juveniles en zigzag con glándulas nectarias. Las inflorescencias son racimosas en corimbos axilares o terminales, a veces en panículas. Las flores hermafroditas tienen cuatro sépalos y cuatro pétalos blancos (Aguirre & Ruiz, 2017).



Figura 18. *Colicodendron scabridum* (zapote de perro)

Descripción: Este árbol perennifolio puede alcanzar hasta 12 m de altura, y se encuentra en altitudes de 0-500 y 1000-2000 msnm. Las hojas son simples, alternas, de forma oblonga a lanceolada, con un ápice obtuso, borde entero y coriáceas, midiendo 15-20 cm de largo y 2-4 cm de ancho. El haz es verde oscuro, brillante y algo áspero, mientras que el envés es abundantemente pubescente con pilosidad estrellada y nervaduras pronunciadas. El tronco tiene un fuste cilíndrico, a veces muy retorcido, y una corteza pardo-oscura con fisuras seudohexagonales (Aguirre, 2012).



Figura 19. *Morisonia sclerophylla* (zapote de perro)

Descripción: Es un árbol perennifolio que alcanza hasta 8 m de altura, y se encuentra en los bosques y matorrales secos a altitudes de 0-1000 msnm. Las hojas son simples, alternas y lanceoladas, con una pubescencia escasa en el haz y más prominente en el envés. Las hojas, en su conjunto, tienen un color verde-amarillento y presentan glándulas axilares. El tronco tiene un fuste delgado y deforme, y la corteza externa es de color pardo claro, ligeramente agrietada y con manchas verdosas. Las flores son blancas, con 4 sépalos y cada una tiene una glándula nectarífera (Aguirre, 2012).

- **Familia Caprifoliaceae**



Figura 20. *Lonicera periclymenum*

Descripción:

Esta trepadora crece hasta 7 metros y se encuentra a una altitud de hasta 1300 m. Las hojas, de disposición opuesta, son lanceoladas a elípticas, pecioladas y de color verde. Las flores, de color amarillo, son hermafroditas y presentan simetría zigomorfa (Sánchez, 2019).

- **Familia Convolvulacea**



Figura 21. *Ipomoea carnea* (borrachera)

Descripción: Este arbusto deciduo alcanza entre 2 y 3 m de altura y se encuentra en planicies y laderas de bosques secos, entre altitudes de 0 y 2500 msnm. Sus hojas son simples, oval-lanceoladas, con un haz glabro y un envés ligeramente pubescente. Los tallos son cilíndricos y a veces se arrastran hasta 10 m. Las flores son hermafroditas, con sépalos verdes y una corola grande de color rosa intenso o rosa púrpura (Aguirre, 2012).



Figura 22. *Jacquemontia pentanthos* (campanilla azul)

Descripción: Esta enredadera perenne alcanza hasta 5 metros de longitud y crece hasta los 500 msnm. Sus hojas son ovadas. Los tallos son robustos y trepadores. Las inflorescencias son compactas, con flores generalmente azules, campanuladas o subrotadas (Flora of North America Editorial Committee, 2023).

- **Familia Fabaceae**



Figura 23. *Bauhinia aculeata* (pata de vaca)

Descripción: Este arbusto, a veces árbol pequeño, alcanza alturas de 4-7 m, y crece en los bosques secos en altitudes hasta de 500 msnm. Las hojas son bilobadas, con base cordada, alternas, con haz lustroso de color verde claro y un envés áspero de tono verde oscuro, con nervaduras prominentes. El fuste es cilíndrico, ramificado, con acúleos en las ramas jóvenes, y su corteza es de color café claro y ligeramente agrietada. Las flores tienen un cáliz espatáceo y pétalos blancos, ampliamente obovados y uñados (Aguirre, 2012).



Figura 24. *Libidibia glabrata* (charán verde)

Descripción: Árbol caducifolio que puede alcanzar hasta 13 m de altura, y se encuentra en planicies de bosque seco entre 0-500 msnm. Las hojas son compuestas bipinnadas, alternas, con estípulas, base obtusa, ápice obtuso a redondo y nervadura pinnatinervia oblicua. Presenta un fuste irregular con ramificaciones cercanas al suelo (2,5 m), y una copa también irregular y muy ramificada. La corteza externa es de color verde oscuro, lisa, con manchas blancas-cremosas y lenticelas solitarias y en filas horizontales. Las flores son irregulares, grandes y vistosas, de color amarillo, con estilo y estigma de color naranja-rojizo, agrupadas en corimbos muy conspicuos de color amarillo (Aguirre, 2012).



Figura 25. *Mimosa albida* (yanangora)

Descripción: Este arbusto puede medir hasta 4 m de altura y crece hasta los 1000 msnm. Sus hojas son verdes, bipinnadas. Los tallos y ramas están armados con aguijones, son estriadas y están cubiertas de hispídos a estrigosos y puberulentos. Produce flores rosadas o blancas (Domínguez, 2020).



Figura 26. *Pithecellobium excelsum*

Descripción: Arbusto caducifolio que puede alcanzar alturas de 2-5 m, se encuentra en laderas y hondonadas entre 0-500 msnm. Las hojas son compuestas, alternas, bipinnadas, forma aovada y color verde pálido, esparcidas en grupos en toda la rama. Sus tallos delgados, están muy entrecruzados, con aguijones cónicos delgados y ligeramente curvados en las ramitas terminales. Las flores, estaminadas y de color blanco, son pequeñas (Aguirre, 2012).

- **Familia Malvaceae**



Figura 27. *Malvastrum coromandelianum* (escobillo)

Descripción: Esta hierba o subarbusto perenne alcanza hasta 150 cm de altura y se encuentra a una altitud de 0 a 2700 m. Las hojas son generalmente ovadas a lanceoladas, con márgenes dentados o ligeramente lobulados. Sus flores están agrupadas en glomérulos plurifloros y tienen corolas amarillas (Galíndez et al., 2019).



Figura 28. *Pseudabutilon umbellatum*

Descripción: Este arbusto erecto mide entre 1 y 2 metros de altura y se encuentra hasta los 800 msnm. Sus hojas son ovadas, con ápices agudos o acuminados. Los tallos están densamente cubiertos de pelos estrellados. Las flores se agrupan en umbelas de 2 a 5, de color amarillo (Flora of North America Editorial Committee, 2023).



Figura 29. *Waltheria ovata* (lucraco)

Descripción: Este arbusto, que alcanza entre 0,5 y 2 metros de altura, se encuentra a altitudes de hasta 300 m. Sus hojas, de color verde azulado pálido, son arrugadas. Los

tallos, de color rojo oscuro, tienen un follaje abierto y una corteza de color marrón rojizo a gris oscuro en tallos más viejos, junto con pecíolos robustos. Las flores son pequeñas y de color amarillo (Galapagos Species Database, 2023).

- **Familia Primulaceae**



Figura 30. *Bonellia sprucei* (lengua de gallo)

Descripción: Árbol perennifolio que alcanza entre 10 y 12 m de altura y se encuentra a altitudes de 0 a 500 msnm. Las hojas son simples, alternas, pseudo-verticiladas, estipuladas y pecioladas, con forma lanceolada, entre 2,5 y 4,5 cm de longitud y 0,9 a 1,3 cm de ancho. El haz de las hojas es glabro y lustroso, de color verde oliva, mientras que el envés presenta pubescencia de color café claro. Su tallo es irregular y ramificado (Aguirre, 2012).

- **Familia Rhamnaceae**



Figura 31. *Sarcomphalus thyrsoiflorus*

Descripción: Es un árbol perennifolio que alcanza entre 10 y 18 metros de altura. Se encuentra en altitudes de 0-500 msnm. Sus hojas son simples, alternas, dísticas y glabras, con forma ovada-redondeada, tres nervios principales, borde ondulado y un pecíolo delgado; el haz es verde amarillento y lustroso, y el envés es verde claro. El tallo es muy irregular y variable, con una corteza arrugada de color marrón claro a oscuro, y presenta nudos en edad adulta (Aguirre, 2012).

- **Familia Rubiaceae**



Figura 32. *Randia aculeata* (crucecita)

Descripción: Es un arbusto perenne que alcanza entre 4 y 5 metros de altura. Se encuentra a altitudes de 0-1000 m. Las hojas son pequeñas, espinosas y coriáceas, agrupadas hacia las puntas de las ramas, con un aspecto geométrico. El tallo presenta una estructura arbustiva. Produce flores blancas, pequeñas y fragantes, que son axilares y están presentes a lo largo del año (Gilman, Klein, & Hansen, 2024).



Figura 33. *Sphinctanthus aurantiacus* (crucita)

Descripción: Es un arbusto de 4-5 m de altura que se encuentra a altitudes de 0-1000 msnm. Las hojas son simples, opuestas, decusadas, frecuentemente agrupadas, obovadas u ovaladas de hasta 5 cm de largo, con pecíolos cortos; el haz es verde oscuro y el envés es verde blanquecino, con un ápice agudo. El tallo es muy ramificado desde la base y presenta dos espinas grandes y duras en la base de cada grupo de hojas. Las flores son perfectas, axilares, solitarias, cortamente pedunculadas y de color blanco-amarillento (Aguirre, 2012).

8.2 DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y ESTRUCTURA VERTICAL DE LA FLORA

8.2.1 Diversidad y abundancia

En cuanto a la diversidad y abundancia de acuerdo a la franja altitudinal se identificó, para la franja uno, un total de 267 especies divididas en 13 familias; en la franja dos 299 especies en 11 familias; en la franja tres, 368 especies en 14 familias. La especie que predominó en las tres franjas fue *Handroanthus chrysanthus* con el 13,03% mientras que *Cordia lutea* fue la que menos se encontró con el 0,10%.

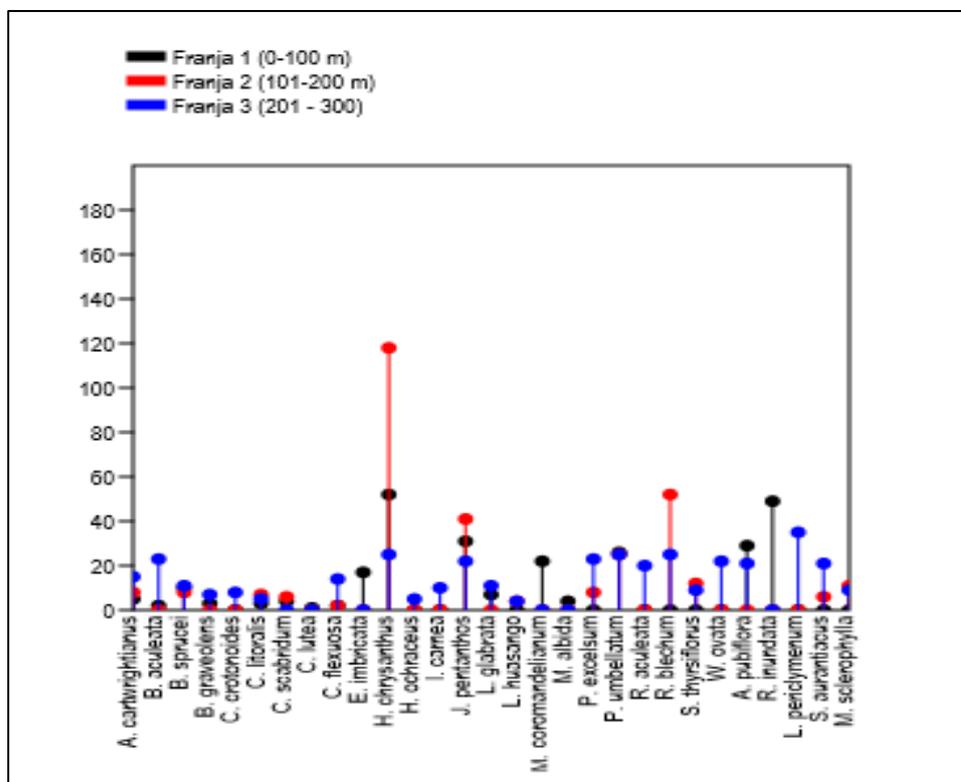


Gráfico 1. Especies registradas por cada franja altitudinal.

El índice de Shannon-Weiner indica que en las franjas altitudinales uno y tres existe una diversidad media, con valores mayores a 2 bits. La franja altitudinal dos posee una diversidad baja con un valor de 1.99 bits (gráfico 2).

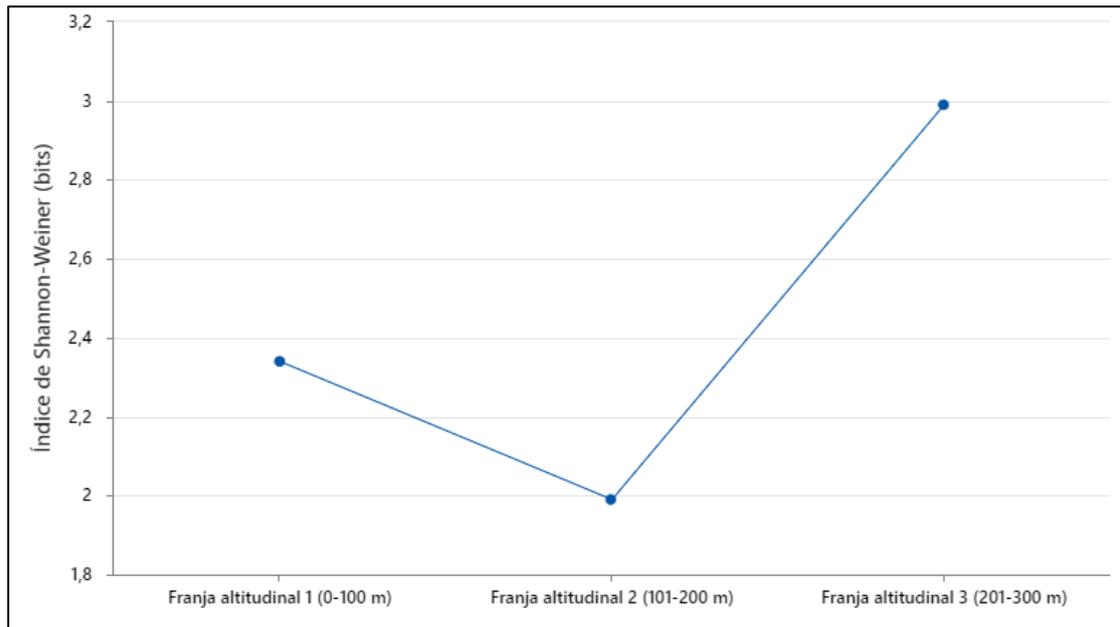


Gráfico 2. Índice de Shannon-Weiner registrado en las franjas altitudinales.

La estación ocho, de la franja altitudinal tres, fue la estación mayor diversidad con un valor de 2,76; mientras que la estación con menor diversidad fue la estación siete, de la franja dos, con un valor de 1,44 (gráfico 3).

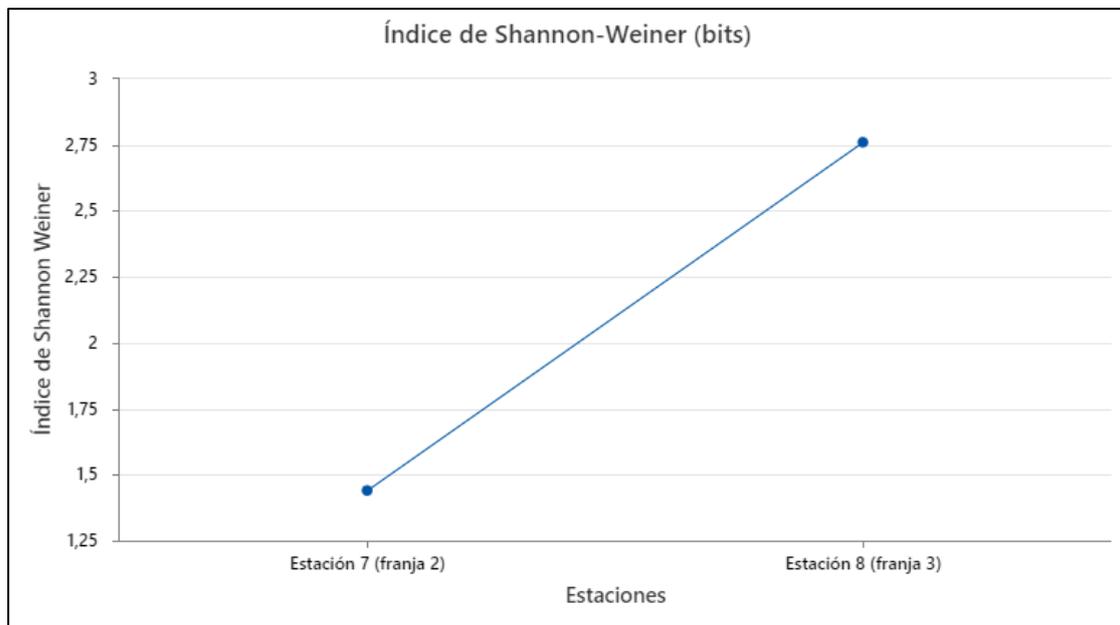


Gráfico 3. Estaciones con mayor y menor diversidad.

El índice de Simpson indica que las tres franjas altitudinales poseen una dominancia alta debido a que sus valores se acercan a 1, siendo la franja altitudinal dos la más baja con un valor de 0.79, seguida de la franja altitudinal uno con 0.87 y con una dominancia mucho más alta la franja tres, con un total de 0.94 (gráfico 3). En las tres franjas, *Handroanthus chrysanthus*, fue la especie que predominó.

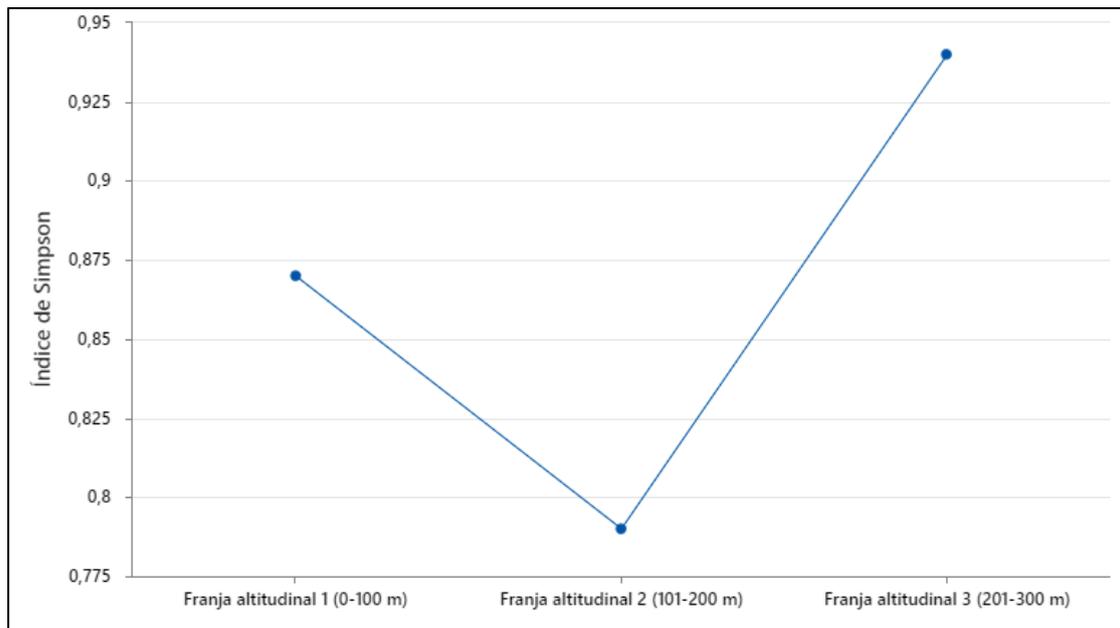


Gráfico 4. Índice de Simpson registrado en las franjas altitudinales.

La mayor dominancia de especies se identificó en la estación ocho, franja tres, con valores de 0.92; la estación con menor dominancia fue la estación siete, de la franja dos, con un valor de 0.68 (gráfico 5).

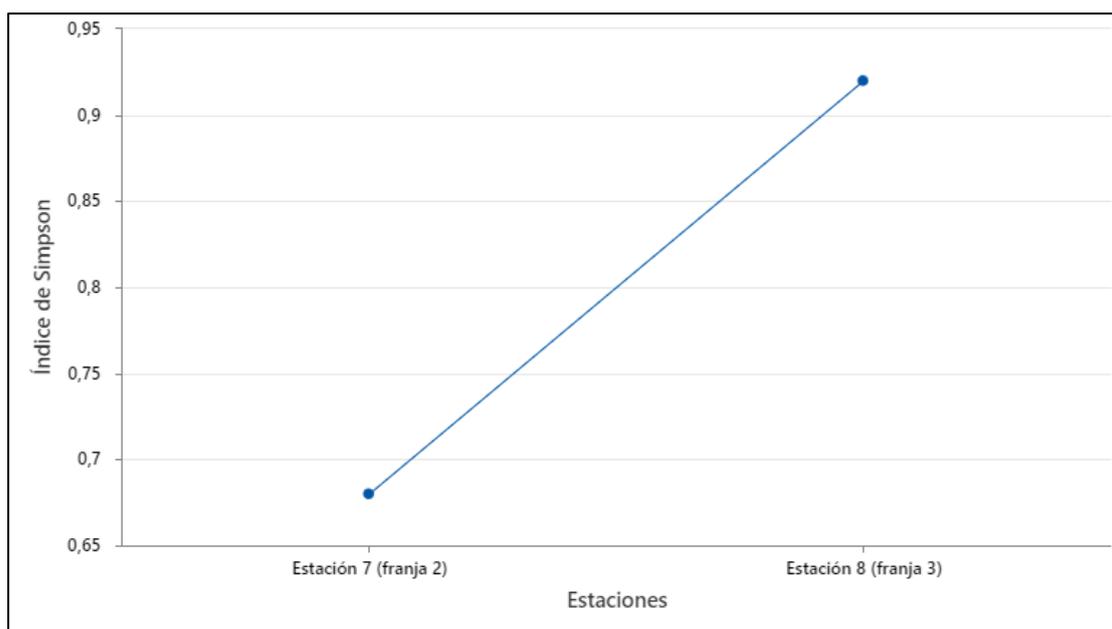


Gráfico 5. Dominancia de especies mayor y menor dentro de las estaciones.

8.2.2 Estructura vertical

Para la estructura vertical se obtuvo las diferentes alturas para cada franja altitudinal (tabla 4), posteriormente se aplicó el índice de Pretzsch.

Tabla 4. Clasificación de altura de árboles aplicando índice de Pretzsch por franja altitud (m).

	Altura %	Franja 1 (0-100 m)	Franja 2 (101 m-200 m)	Franja 3 (201 m-300 m)
ESTRATO I	80-100	6,28 – 7,85	6,4 – 8	6,32 – 7,90
ESTRATO II	50-80	3,98 – 6,28	4 – 6,4	3,95 – 6,32
ESTRATO III	0-50	0 – 3,98	0 – 4	0 – 3,95

En la franja uno, la especie con mayor altura observada fue *Cochlospermum vitifolium* con una altura de 7.85 m (tabla 5). El índice de Pretzsch registrado fue de 1.85 bits, con un $A_{\text{máx}}$ de 3.49 y A_{rel} de 52.90%, lo que indica que la distribución de las especies en los estratos pertenece al 47.1% del máximo que podría ocupar.

Tabla 5. Altura media, mínima y máxima para cada especie, franja uno.

Estrato	Especie	Altura (m)			N. Individuos	Total estrato
		Media	Mínima	Máxima		
I	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	7,85	-	-	1	1
II	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,26	4,00	4,47	3	3
III	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	1,84	1,65	2,15	5	89
	<i>Bauhinia aculeata</i>	1,81	1,72	1,90	2	
	<i>Bonellia sprucei</i>	2,30	1,57	3,33	10	
	<i>Bursera graveolens</i>	2,10	1,95	2,36	3	
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3,48	3,23	3,74	2	
	<i>Colicodendron scabridum</i>	1,86	1,75	2,42	4	
	<i>Cordia lutea</i>	1,48	-	-	1	
	<i>Cynophalla flexuosa</i>	3,62	3,53	3,72	2	
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	2,03	1,4	3,31	49	
	<i>Libidibia glabrata</i>	2,51	2,16	3,07	7	
	<i>Mimosa albida</i>	2,51	2,16	3,07	4	
			TOTAL		93	

Para la franja dos, *Cochlospermum vitifolium* destacó como la especie con mayor altura, con 7.58 metros de altura media (figura 6). El índice de Pretzsch fue de 1.73 bits, $A_{\text{máx}}$ fue de 3.49 y A_{rel} 49.47%. A_{rel} indica que existe una diversidad baja, debido a que el rodal cubre menos del 50% del total que puede ocupar.

Tabla 6. Altura media, mínima y máxima por cada especie, franja dos.

Estrato	Especie	Altura (m)			Individuos	Total estrato
		Media	Mínima	Máxima		
I	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	7,58	-	-	1	3
	<i>Loxopterygium huasango</i>	7,43	6,87	8,00	2	
II	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	5,04	4,06	5,61	4	16
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,61	4,25	5,00	8	
	<i>Loxopterygium huasango</i>	5,45	5,00	5,9	2	
	<i>Sarcomphalus thyrsoiflorus</i>	4,2	4,06	4,33	2	
	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	1,70	1,46	2,22	8	
	<i>Bonellia sprucei</i>	2,06	1,60	2,72	8	
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1,87	1,61	2,13	2	
III	<i>Colicodendron scabridum</i>				6	171
	<i>Cynophalla flexuosa</i>	2,26	1,68	2,85	2	
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	2,00	1,40	3,80	110	
	<i>Morisonia sclerophylla</i>	1,65	1,46	1,93	11	
	<i>Pithecellobium excelsum</i>	1,70	1,53	2,11	8	
	<i>Sarcomphalus thyrsoiflorus</i>	2,03	1,44	3,28	10	
	<i>Sphinctanthus aurantiacus</i>	1,75	1,45	2,08	6	
						171
						190

En la franja tres, *Cochlospermum vitifolium* se identificó como la especie con mayor altura, registrando una altura media de 7.24 metros (figura 7). El índice de Pretzsch fue de 2.06 bits, el $A_{\text{máx}}$ de 3.80 y A_{rel} de 54.11%. A_{rel} indica una diversidad media, el rodal más del 50% del total que podría ocupar.

Tabla 7. Altura media, mínima y máxima por cada especie, franja tres.

Estrato	Especie	Altura (m)			Individuos	Total estrato
		Media	Mínima	Máxima		
I	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	7,24	6,58	7,90	1	3
	<i>Bauhinia aculeata</i>	6,42	-	-	2	
II	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	5,18	4,26	6,11	2	6
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,95	4,1	5,8	2	
	<i>Loxopterygium huasango</i>	5,52	5,05	6	1	
	<i>Sphinctanthus aurantiacus</i>	6			1	
III	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	1,87	1,42	2,30	19	19
	<i>Bauhinia aculeata</i>	1,99	1,41	3	22	22
	<i>Bonellia sprucei</i>	1,90	1,47	2,45	10	10
	<i>Bursera graveolens</i>	1,72	1,35	2,23	7	7
	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3,09			1	1
	<i>Cynophalla flexuosa</i>	2,05	1,40	3,04	14	14
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	1,90	1,38	3,31	23	23
	<i>Handroanthus ochraceus</i>	1,58	1,41	1,92	5	5
	<i>Libidibia glabrata</i>	2,05	1,39	2,78	11	11
	<i>Loxopterygium huasango</i>	3,35	2,45	3,85	3	3
	<i>Morisonia sclerophylla</i>	1,71	1,40	2,10	9	9
	<i>Pithecellobium excelsum</i>	1,86	1,39	2,68	23	23
	<i>Randia aculeata</i>	1,97	2,6	3,55	20	20
	<i>Sarcomphalus thyrsoiflorus</i>	2,06	1,50	3,21	9	9
	<i>Sphinctanthus aurantiacus</i>	1,82	1,41	2,12	17	17
					189	
			TOTAL		198	

8.3 Comparación de la diversidad de flora a diferentes franjas altitudinales

El análisis comparativo muestra diferencias significativas en la estructura y composición de la flora entre las franjas altitudinales, con valores de p menores a 0.05 en los tres intervalos evaluados (tabla 8). El resultado positivo en la comparación entre la franja uno y dos indica que la franja uno tiene mayor diversidad que la dos, asimismo con las dos comparaciones siguientes, el índice negativo indica que las primeras franjas tienen un valor menor en diversidad que el segundo.

Tabla 8. T de Hutcheson, grados de libertad y P-Value de cada intervalo de altura.

	T Hutcheson	Grados De Libertad (df)	P-Value
FRANJA 1 – 2	4,38	566,69	<0,05
FRANJA 1 – 3	-11,75	398,82	<0,05
FRANJA 2 – 3	-15,26	411,09	<0,05

9. DISCUSIÓN

Los bosques dentro de la provincia de Santa Elena se caracterizan por ser Bosques Tropicales Estacionalmente Secos, dentro de estos bosques se destaca una abundancia de especies espinosas y pocas plantas con crecimiento herbáceo. En la Parroquia Atahualpa, (Lozada, 2023) registró un total de 13 familias y 17 especies, se destaca la presencia de las familias Asphodelaceae, Fabaceae, Asteraceae y Malvaceae. Resultados parecidos a la información de la presente investigación, donde se registró 16 familias y 29 especies, siendo las familias más representativas Fabaceae, Capparaceae, Bignoniaceae y Malvaceae.

En el estudio de (Astudillo et al., 2019) en la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, los índices de diversidad de Shannon-Weiner y Simpson dieron resultados valores promedio de 1.56 bits a 2.40 bits y de 0.13 a 0.27 respectivamente. (Astudillo et al., 2019) en su estudio en la Cordillera Chongón-Colonche indicaron valores 2.40 bits para el índice de Shannon y de 0.13 en Loma Alta, mientras que en Dos Mangas se obtuvieron valores de 2.30 bits y 0.15. Los resultados para el índice de Shannon-Weiner obtenidos en ambas investigaciones concuerdan con los resultados indicados en esta investigación, con valores de promedio de 2.65. La dominancia obtenida, de 0.87, 0.77 y 0.94, se asemeja a los obtenidos en Loja (Aguirre et al., 2013) con un valor de 0.85, 0.86 y 0.91 para cada franja altitudinal.

De acuerdo a la revisión bibliográfica revisada para el índice de Pretzsch y para T de Hutcheson no existe información de estudios realizados en ecosistemas familiares o realizados en Ecuador. En México, (Holguín et al., 2021), obtuvieron un valor de A de

Pretzsch 2.79 y un porcentaje de uniformidad de 73.18%, resultados diferentes a los analizados en esta investigación, donde la franja altitudinal dos (100 – 200 m) fue la estación con el menor valor de A de 1.73 y un porcentaje de uniformidad de 49.47%. En ambos estudios, se coincide que la estación 2 fue en donde se encontró individuos arbóreos con mayor altura.

Por medio de los registros antes mencionados, además del estudio de (Cárdenas, 2014), el estrato con mayor cantidad de especies fue el Estrato III, con altura menor a los 4 metros en todas las franjas altitudinales, verificando la información obtenida, menor a 4 metros. En el mismo estudio, (Cárdenas, 2014), coincide en la obtención de una menor cantidad de individuos en el Estrato I, todos menores a 20 metros de altura, correspondientes a especies sin aprovechamiento forestal, lo que sugiere un cierto grado de alteración en estos ecosistemas. La elevada presencia de especies y la abundancia de individuos en los estratos bajos pueden explicarse por la capacidad de estas especies para establecerse y desarrollarse según sus requerimientos específicos de captación de luz. El desarrollo en altura de ciertas especies está fuertemente influenciado por su capacidad de responder a las intensidades lumínicas. Esto sugiere que algunas especies de menor porte poseen la capacidad adaptativa para crecer plenamente en los estratos inferiores, que suelen ser un poco más sombríos. En lugar de competir por la luz en las capas superiores del dosel, estas especies han evolucionado para prosperar en condiciones de menor luminosidad, aprovechando eficientemente la luz disponible en los estratos más bajos del bosque (Holguín et al., 2021).

La prueba estadística de T de Hutcheson reveló que existen cambios en la diversidad entre más altitud existía, resultado diferente con lo citado por (Medrano et al., 2017) donde se

indica que entre más se incrementa la altitud, menor es la diversidad de especies. No obstante, también mencionan que la riqueza de especies presente en cada región depende de factores climáticos y edáficos vinculados al gradiente, la precipitación y la temperatura, así como del tipo de suelo y su contenido de humedad.

10. CONCLUSIONES

- En las franjas altitudinales del Cerro Zapotal se identificó un total de 16 familias y 29 especies. Entre estas, las familias Capparaceae, Fabaceae, Bignoniaceae y Malvaceae sobresalen como más representativas, debido a que existe mayor abundancia de especies dentro de estas familias. Además, se observa una predominancia de especies con forma de crecimiento arbórea, mientras que el número de especies herbáceas y trepadoras, es bajo.
- Las especies más representativas fueron *Handroanthus chrysanthus*. La especie con menos observaciones fue *Cordia lutea*, con solo 1 observación en la primera franja. Mediante el índice de Shannon se pudo determinar una diversidad media en las franjas uno y tres, y una diversidad baja en la franja dos. El índice de Simpson demostró una dominancia alta en todas las franjas altitudinales, mientras que con el índice de Pretzsch se demostró que en las franjas uno y dos el rodal no se encuentra distribuido uniformemente, mientras que en la franja tres el rodal es más uniforme, un rodal no uniforme indica que algunas especies se concentran más en ciertos estratos de altura, mientras que otras pueden estar más dispersas.
- Al realizar la prueba estadística T de Hutcheson se evidenció que existe una diferencia de diversidad en cada una de las franjas altitudinales, obteniendo valores de $p < 0,05$. Confirmando que las diferencias son estadísticamente significativas, lo que significa

que, en las franjas con mayor abundancia de especies, la diversidad es mayor, mientras que, en franjas con menor abundancia, la diversidad es menor.

Los resultados de la investigación evidenciaron la variabilidad en la estructura y composición de la flora en diversas franjas altitudinales, lo cual corrobora la hipótesis propuesta en este estudio. La variabilidad observada en la flora del Cerro Zapotal se explica principalmente por la abundancia diferencial de especies en cada franja altitudinal. Tras analizar varios aspectos, se derivan las conclusiones ya mencionadas.

11. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de mayor cobertura e incorporar variables ambientales como precipitación y temperatura, así como un análisis de características del suelo.
- Se sugiere realizar un estudio comparando la diversidad y abundancia de flora en época seca y época lluviosa dentro de la provincia, debido a que la cantidad de especies herbáceas en época lluviosa aumenta, existiendo la posibilidad de obtener una mayor diversidad de estas especies.
- Se recomienda la elaboración de un plan de manejo adecuado que incluya la flora nativa de esta comunidad para su conservación, poniendo un énfasis especial en la protección de especies arbóreas utilizadas por su madera, como el caso de *Handroanthus chrysanthus*.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, A., & Ruiz, T. (2017). *Capparaceae Juss. del departamento del Atlántico, Colombia*. Ciencia en Desarrollo, 8(1). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-74882017000100051
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización*. Quito: Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. MAE/FAO.
- Aguirre, Z. (2018). *Principios para el estudio de las familias botánicas del Ecuador* (Primera ed.). Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z., Betancourt, Y., Geadá, G., & Jasen, H. (2013). *Composición florística y estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador*. Revista Científica Avances, 15, 144-155. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/245/1/COMPOSICION%20FLORISTICA%20Y%20ESTRUCTURA%20DE%20LOS%20BOSQUES%20SECOS%20DE%20LA%20PROVINCIA%20DE%20LOJA%202013.04.2.pdf>
- Aguirre, Z., Kvist, L., & Sánchez, O. (2006). *Bosques secos en Ecuador y su diversidad*. Botánica Económica de los Andes Centrales, 162-187. Obtenido de <https://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2011.pdf>
- Amesty, J. (2022). *Ficha técnica de Arvenses: Ruellia tuberosa*. Obtenido de Agrotecnia: <https://hive.blog/blog/@amestyj/ficha-tecnica-de-arvenses-ruellia-tuberosa>
- Arias, S. (2019). La familia Cactaceae. *Diversidad biológica e inventarios*.
- Astudillo, E., Pérez, J., Medina, G., & Medina, A. (2019). *Gestión de los bosques tropicales estacionalmente secos de la provincia de Santa Elena, Ecuador: una perspectiva desde la conservación*. Industrial Data, 117-138. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/17393/14591>
- Astudillo, E., Pérez, J., Troccoli, L., & Aponte, H. (2019). *Composición, estructura y diversidad vegetal de la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, Santa Elena*,

- Ecuador*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 90.
doi:<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2871>
- Astudillo, Pérez, J., Troccoli, L., Aponte, H., & Tinoco, O. (2019). *Flora leñosa del bosque de garúa de La Cordillera Chongón Coloche, Santa Elena-Ecuador*. Scielo, 155-169.
doi:<http://dx.doi.org/10.21704/rea.v18i2.1334>
- Bacigalupo, N. (2022). *Rubiaceae Juss.* Aportes Botánicos de Salta.
- Bravo, E. (2014). *La Biodiversidad en el Ecuador*. Cuenca: Editorial Universitaria Abya - Yala. Obtenido de
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf>
- Burelo, C., & Guadarrama, M. (2019). *Lista actualizada de las Bignoniaceae de Tabasco, México*. Polibotánica, 48(24).
- Bustamante, M., & Álava, L. (2020). *Memoria de la biodiversidad del Cantón Guayaquil* (Primera ed.). Guayaquil.
- Caraballo, H., Mur, M., Palancar, T., Ponce, M., & Sañudo, G. (2016). *Determinación de altura y DAP para ejemplares de kiri: resignificación del conocimiento matemático*. VI Congreso Nacional y V Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias (UBA, 15 y 16 de septiembre de 2016) (págs. 51-57). La Plata, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Cárdenas, M. (2014). *Estudio comparativo de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas del campo de producción 50k cpo-09, llanos del orinoco colombiano*. Colombia Forestal, 17(2), 203-229.
doi:<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a06>
- Castro, R. (2021). *Plan de Negocio para la producción de vino procesado artesanalmente en la Comuna Zapotal - Cantón Santa Elena Año 2021*. (Tesis). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Chiarini, F., & Anton, A. M. (2019). *Familia Convolvulaceae*. En F. Chiarini, & A. M. Anton, Flora Vascular de la República Argentina. Conicet. Instituto de Botánica Darwinion.
- Chuncho, C., & Chuncho, G. (2019). *Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión*. Bosques Latitud Cero, 9(2), 71-83. Obtenido de
<https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Chuncho->

2/publication/344180955_Paramos_del_Ecuador_importancia_y_afectaciones_Una_revision/links/5f599caaa6fdcc11640482c4/Paramos-del-Ecuador-importancia-y-afectaciones-Una-revision.pdf

- Cornejo, X. (2022). *Estudios Botánicos en la costa de Ecuador*. Herbario GUAY, Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, 407-421.
- Corra, J., Aguirre, O., Jiménez, J., & Návar, J. (2002). *Muestreo de diversidad y observaciones ecológicas del estrato arbóreo del bosque Mesófilo de Montaña el cielo, Tamaulipas, México*. *Revista Chapingo*, 8(2), 125-131. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/629/62980206.pdf>
- Díaz, A. (2019). *Estructura vertical de la vegetación*. Obtenido de Biogeografía: <https://biogeografia.net/geobotanica4.html#:~:text=Todas%20las%20comunidades%20vegetales%20tienen%20una%20estructura%20m%C3%A1s,especies%20en%20el%20espacio%20%28independientemente%20de%20su%20altura%29>.
- Domínguez, N. (2020). *Mimosa albida*. Obtenido de Enciclovida México: <https://enciclovida.mx/especies/155112.pdf?from=>
- Ducuara, J., Gómez, D., Noche, L., Peñates, N., Martínez, E., Flores, J., . . . Tamara, L. (2019). *Comparación De Cuatro Métodos Para El Estudio De La Comunidad Vegetal En El Campus De La Universidad De Sucre, Sincelejo*. Universidad de Sucre, Sincelejo. Obtenido de https://www.academia.edu/39952175/Comparación_De_Cuatro_Métodos_Para_El_Estudio_De_La_Comunidad_Vegetal_En_El_Campus_De_La_Universidad_De_Sucre_Sincelejo
- Emanuelli, P. (2011). *BASES PARA EJECUCIÓN DE INVENTARIOS DE RECURSOS FORESTALES EN EL CONTEXTO REDD*. Obtenido de http://forestal.mag.gob.sv/phocadownload/1_medicionesforestalesb-sicas-patricio-emanuelli-1307974790618.pdf
- Espinosa, C., de la Cruz, M., Luzuriaga, A. L., & Escudero, A. (2012). *Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación*. *Ecosistemas*, 167-179.

- Flora of North America Editorial Committee. (2023). *Flora of North America* (Vol. 14). New York. Obtenido de Flora of North America:
<https://images.mobot.org/efloras/FloraData/001/WebFiles/FNA14/14001-Vol%2014%20Front%20Matter%20v6%20pp%20i-xxvi%20corrected2.pdf>
- Galapagos Species Database. (2023). *Waltheria ovata Cav.* Obtenido de Fundación Charles Darwin : <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=794>
- Galíndez, G., López, D., Anselmo, C., Pastrana, V., Díaz, R., Bertuzzi, T., & Ortega, P. (2019). *Estructura morfo-anatómica y salida de dormición física de las semillas de Malvastrum coromandelianum ssp. coromandelianum (Malvaceae)*. Bol. Soc. Argent. Bot., 54, 509-517. doi:<http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24162>
- Gilman, E., Klein, R., & Hansen, G. (2024). *Randia aculeata White Indigoberry*. Obtenido de IFAS Extension: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FP497>
- Hernández, C. (2015). *Cordia lutea*. Obtenido de Jardín botánico:
<https://jardinbotanicooffybb.jimdofree.com/clasificaci%C3%B3n-por-nombre-cient%C3%ADfico/cordia-lutea/>
- Hernandez, J. (2020). *Handroanthus ochraceae (Bignoniaceae)*. Obtenido de Área de conservación Guanacaste: <https://www.acguanacaste.ac.cr/paginas-de-especies/plantas/283-bignoniaceae/617-i-handroanthus-ochraceae-i-bignoniaceae>
- Holguín, V. A., Aguirre, O., Yerena, J., & Pequeño, M. (2021). *Estructura vertical de un bosque de galería en un gradiente altitudinal en el noroeste de México*. POLIBOTÁNICA, 1(51), 55-71. Obtenido de <https://polibotanica.mx/index.php/polibotanica/article/view/599>
- Jiménez, J., Aguirre, O., & Kramer, H. (2001). *Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México*. Investigación Agraria. Sistema y recursos forestales, ISSN. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/28052703_Analisis_de_la_estructura_horizantal_y_vertical_en_un_ecosistema_multicohortal_de_pino-encino_en_el_norte_de_Mexico
- Juárez, F. (2020). *Bignoniaceae*. Aportes Botánicos de Salta, 2. Obtenido de <https://revistas.natura.unsa.edu.ar/index.php/flora/article/view/56>

- Juárez, F. (2022). *Primulaceae Vent. En T. Perera*, Flora del Valle de Lerma (Vol. 4).
- León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., & Navarrete, H. (2011). *Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición*. Quito: Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Loaiza, C. (2022). *Lista actualizada de las cactáceas del Ecuador Continental: diversidad, distribución y notas sobre su estado de conservación*. CEDAMAZ, 12(1), 22-44. doi:<https://doi.org/10.54753/cedamaz.v12i1.1259>
- López, M. (2005). *Un procedimiento alternativo al tradicional para la medición de alturas con clinómetro*. Madera y Bosque, 11(2), 69-77. doi:<https://doi.org/10.21829/myb.2005.1121257>
- Lozada, D. (2023). *Identificación De La Diversidad Y Abundancia De La Flora Endémica E Introducida Ubicada En La Parroquia Rural Atahualpa, Provincia De Santa Elena*. Tesis. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.
- Medrano, M., Hernández, F., Corral, S., & Nájera, J. (2017). *Diversidad arbórea a diferentes niveles de altitud en la región de El Salto, Durango*. Revista mexicana de ciencias forestales, 8(40). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322017000200057
- Ministerio de para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Ambrosia artemisiifolia L. Especie Exótica Invasora Plantas*. Obtenido de Miteco: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/ambrosiaartemisiifolia_tcm30-439620.pdf
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2020). *Los bosques tropicales, un ecosistema que salva al planeta*. Obtenido de Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica: <https://www.ambiente.gob.ec/los-bosques-tropicales-un-ecosistema-que-salva-al-planeta/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2022). *Ecuador alberga 12.5 millones de hectáreas de bosques*. Obtenido de Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica: <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-alberga-12-5-millones-de-hectareas-de-bosques/>

- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: *Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador*. Bosques Latitud Cero, 7(2), 130 - 143. Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326>
- Murga, H., Coronado, M., Abanto, C., & De Almeida, F. (2022). *Gradiente altitudinal y su influencia en las características edafoclimáticas de los bosques tropicales*. Madera y Bosques, 27(3).
- Muriel, P. (2008). *La diversidad de Ecosistemas del Ecuador*. En L. de la Torre, H. Navarrete, P. Muriel, M. Macía, & H. Balslev, Enciclopedia de Plantas Útiles del Ecuador (págs. 28-38). Quito: Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus-.
- Neill, D. (2012). *¿Cuántas especies nativas de plantas vasculares hay en Ecuador?* Revista Amazónica Ciencia y Tecnología, 70-83.
- Palacios, W. (2011). *Familia y géneros arbóreos del Ecuador*. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Panchana, A. (2023). *Diversidad y Abundancia de Magnoliopsidas presentes en Punta Carnero, Ecuador*. Tesis. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador.
- Ramos, J., Treviño, E., Buendía, E., Aguirre, O., & López, J. (2017). *Productividad y estructura vertical de un bosque templado con incidencia de incendios forestales*. Revista mexicana de ciencias forestales. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322017000500064
- Reyes, H., Reyes, J., & Durán, A. (2021). *Desafíos para la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad en la Reserva de la Biosfera Sierra del AbraTanchipa*. Puebla de Zaragoza: FD Servicios Integrales de Impresión, S.A.
- Riesco, G., Imaña, J., & de Paula, J. (2020). *Densidad de la madera de 59 especies del orden Sapindales procedentes de bosques naturales brasileños*. Madera y Bosques, 25(2). doi:<https://doi.org/10.21829/myb.2019.2521817>

- Robles, M., & Sánchez, M. (2022). *Familia Malvaceae: especies fundamentales en la industria agroalimentaria con potencial comercial, nutrimental y nutracéutico*. Terra Latinoamericana, 40. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.943>
- Rojas, S., & Vibrans, H. (2010). *Malezas de México*. Obtenido de CONABIO México: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/acanthaceae/elytraria-imbricata/fichas/ficha.htm>
- Ron, S. R. (2020). *Regiones naturales del Ecuador*. Obtenido de BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>
- Rubio, E., Gónzales, M., Jiménez, J., Rodríguez, E., & Ávila, D. (2014). *Diversidad y distribución vertical de especies vegetales mediante el índice de Pretzsch*. CIENCIA UANL, 17(65), 34-41. Obtenido de <https://cienciauanl.uanl.mx/wp-content/uploads/2014/02/Diversidad-y-distribucion-vertical-de-especies.pdf>
- Saenz, I., Ramirez, C., Manjarrez, J., & Zepeda, C. (2022). *Bosque tropical seco: entre lluvias, secas y humanos*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., 5-10.
- Silva, J., Aguirre, O., Alanís, E., Jurado, E., Jimenéz, J., & Vargas, B. (2021). *Estructura y diversidad de especies arbóreas en un Bosque templado del Noroeste de México*. Polibótanica, 52. doi:<https://doi.org/10.18387/polibotanica.52.7>
- Solano, J. (2021). *Flora*. Obtenido de Enciclopedia Iberoamericana : <https://enciclopediaiberoamericana.com/flora/>
- Torrejano, A., & Fajardo-Gutiérrez, F. (2024). *Flora de Bogotá: Malvaceae*. Caldasia, 46(2). doi:<https://doi.org/10.15446/caldasias.v46n2.104293>
- Ulloa, C., & Moller, P. (2000). *Andes Trees*. Obtenido de Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador.
- Valdez, C., Guzman, M., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M., & Rocha, A. (2018). *Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México*. Revista de Biología Tropical, 66(4).
- Villanueva, R., & Condo, F. (2019). *Sinopsis de la familia Acanthaceae en el Perú*. Revista Forestal del Perú, 34(1), 21-40. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v34i1.1282>

Washbrum, P., & Cornejo, X. (2023). *Estudio comparativo de los caracteres florales de los géneros de la familia Capparaceae de Ecuador*. Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU), 10(1), 1-9. doi:<https://doi.org/10.26423/rctu.v10i1.722>

Williams, G., & Toledo, M. (2021). *Vegetación, Humboldt y gradiente altitudinal*. Obtenido de INECOL: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/945-vegetacion-humboldt-y-gradiente-altitudinal>

13. ANEXOS

Familia	Especie	N. especies Franja 1	N. especies Franja 2	N. especies Franja 3
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	17	0	0
	<i>Ruellia blechum</i>	0	52	25
	<i>Ruellia inundata</i>	49	0	0
Amaranthaceae	<i>Alternanthera pubiflora</i>	29	0	21
Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	0	4	4
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	52	118	25
	<i>Handroanthus ochraceus</i>	0	0	5
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3	7	5
Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i>	1	0	0
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	3	0	7
Cactaceae	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	5	8	15
Capparaceae	<i>Capparicordis crotonoides</i>	0	0	8
	<i>Cynophalla flexuosa</i>	2	2	14
	<i>Colicodendron scabridum</i>	4	6	0
	<i>Morisonia sclerophylla</i>	0	9	11
Caprifoliaceae	<i>Lonicera periclymenum</i>	0	0	35
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i>	0	0	10
	<i>Jacquemontia pentanthos</i>	31	41	22
Fabaceae	<i>Bauhinia aculeata</i>	2	0	23
	<i>Libidibia glabrata</i>	7	0	11
	<i>Mimosa albida</i>	4	0	0
	<i>Pithecellobium excelsum</i>	0	8	23
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	22	0	0
	<i>Pseudabutilon umbellatum</i>	26	25	25
	<i>Waltheria ovata</i>	0	0	22
Primulaceae	<i>Bonellia sprucei</i>	10	8	11

Rhamnaceae	<i>Sarcomphalus thyrsoiflorus</i>	0	12	9
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	0	0	20
	<i>Sphinctanthus aurantiacus</i>	0	6	21
TOTAL		267	306	372

Anexo 1. Número de especies registradas en cada franja altitudinal.



Anexo 2. Acceso sur a Cerro Zapotal.



Anexo 3. Medición de la altura de un árbol con regleta.



Anexo 4. Medición de las pendientes con clinómetro.



Anexo 5. Vía principal a Cerro Zapotal.



Anexo 6. Clinómetro utilizado para medir las pendientes de altura de los árboles.

Carta de Certificación

De:

Bióloga

Dadsania Rodriguez Moreira, MSc.

Docente Plantas Vasculares

Para:

Menoscal Jones Genesis Lorena

Estudiante de Titulación

Universidad Península de Santa Elena

Acorde a las imágenes fotográficas revisadas el 10 de junio del 2024, la estudiante Menoscal Jones Genesis Lorena con número de Cédula de Identidad 0955508833, las mismas que corresponden a los muestreos realizados para la investigación denominada: titulada "ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN ESPACIAL DE LA FLORA DEL CERRO ZAPOTAL DE ACUERDO AL GRADIENTE ALTITUDINAL, PROVINCIA DE SANTA ELENA", durante marzo a junio del 2024, a lo que confirmo que, las especies de flora relacionadas con el grupo de los espermatofitas identificadas por la estudiante.

Me permito certificar que las especies de flora de cuyos registros fotográficos son las indicadas, según corresponde a mis conocimientos profesionales y en mi especialidad en este componente biológico.



Blga. Dadsania Rodriguez Moreira, MSc

Docente de Plantas Vasculares

Facultad de Ciencias del Mar

Universidad Estatal Península de Santa Elena

Anexo 7. Certificado de identificación de especies