



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA**

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN ZONAS CON
INTERVENCIÓN ANTRÓPICA Y ZONAS NO INTERVENIDAS DEL
BOSQUE SECO DE LA COMUNA TUGADUAJA PROVINCIA DE SANTA
ELENA – ECUADOR.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

LEIVER JANDRY PANCHANA LINDAO

TUTORA:

BLGA. DADSANIA RODRÍGUEZ MOREIRA, MS.c.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL
MAR**

CARRERA DE BIOLOGÍA

**“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN ZONAS CON
INTERVENCIÓN ANTRÓPICA Y ZONAS NO INTERVENIDAS
DEL BOSQUE SECO DE LA COMUNA TUGADUAJA PROVINCIA
DE SANTA ELENA – ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

LEIVER JANDRY PANCHANA LINDAO

TUTORA:

BLGA. DADSANIA RODRÍGUEZ MOREIRA, MS.c.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular,
**“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN ZONAS
CON INTERVENCIÓN ANTRÓPICA Y ZONAS NO
INTERVENIDAS DEL BOSQUE SECO DE LA COMUNA
TUGADUAJA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR.”**,
elaborado por **PANCHANA LINDAO LEIVER JANDRY**, 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 avaluado 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. Dadsania Rodríguez Moreira, Mgt.

**DOCENTE TUTOR
C.I. 0913042008**

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **“Estructura y composición florística en zonas con intervención antrópica y zonas no intervenidas del bosque seco de la Comuna Tugaduaja Provincia de Santa Elena – Ecuador”**, elaborado por **Panchana Lindao Leiver Jandry**, 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



Ing. John Pinargote Álava, Mgt.

DOCENTE DE ÁREA

DEDICATORIA

A Dios por darme esas fuerzas por seguir en pie con mis estudios, ayudarme en los días malos, a guiarme por el buen camino para no dejarme caer y seguir adelante como siempre lo hare.

A mis padres José Panchana y Miriam Lindao por ser el pilar fundamental de lo que soy hoy en día, con la ayuda de ellos pronto cumpliré otro objetivo más en mi vida, ellos siempre siendo partes de mí.

A mis abuelos que gracias a Dios siguen estando a mi lado, siempre apoyándome, haciendo ser mejor persona, enseñándome valores desde pequeño, los mejores abuelos.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a las autoridades y al cuerpo docente de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Su colosal liderazgo en mi formación profesional, sumado a su profunda dedicación, vocación y compromiso pedagógico, constituyeron pilares fundamentales para consolidar mi aprendizaje y potenciar mi crecimiento personal a lo largo de toda mi vida universitaria.

Mi sincero reconocimiento y gratitud a la Blga. Dadsania Rodríguez Moreira, Mgt., por su invaluable rol como tutora de tesis. Sus conocimientos, experiencia científica y constante dirección fueron pilares fundamentales que guiaron con sabiduría la culminación de este proyecto.

Agradezco a mi familia por ser tan allegados siempre estando dispuestos a apoyar en cualquier momento sin necesidad de decirles, esos me ayudaron a seguir con mis estudios.

Agradezco a todos los amigos que he conocido en especial a mi grupo más allegados quienes fueron compañeros desde primer semestre y ahora son los amigos que llevo en el corazón y siempre estaré para apoyarlos para lo que necesiten.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Panchana Lindao Leiver Jandry**, como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular APROBADO el: **12/08/2026**

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

Ing. John Pinargote Álava, Mgt.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blga. Dadsania Rodríguez Moreira, Mgt.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blgo. Ríchard Duque Marín, Mgt.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lcdo. Pascual Roca Silvestre, Mgt.
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **LEIVER JANDRY PANCHANA LINDAO**, me hago responsable por las ideas, datos, investigaciones y resultados que se presentan en esta tesis.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de auditoría y propiedad intelectual de este trabajo de investigación curricular a la **UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA (UPSE)**, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.

Atentamente.

Leiver Panchana

Leiver Jandry Panchana Lindao

C.I.: 2400282360

ÍNDICE

ABREVIATURAS	13
Resumen.....	17
Abstract	18
1. INTRODUCCIÓN	19
2. PROBLEMÁTICA	22
3. JUSTIFICACIÓN	24
4. Objetivos:.....	26
4.1 Objetivo general:.....	26
4.2 Objetivos específicos:	26
5 Hipótesis	27
6 MARCO TEÓRICO	28
6.1 Ecología del bosque seco tropical	28
6.1.1 Caracterización ecológica del ecosistema.....	28
6.1.2 Condiciones climáticas, edáficas y fenológicas.	29
6.1.3 Importancia biogeográfica del bosque seco tumbesino.	29
6.2 Comunidad vegetal y composición florística.....	30
6.2.1 Concepto de comunidad vegetal.	30
6.2.2 Riqueza, abundancia, dominancia y frecuencia.	31
6.2.3 Diversidad alfa y distribución de especies.	33
6.2.4 Familias y especies representativas del bosque seco.	34
6.3 Estructura poblacional y espacial de la vegetación.....	47
6.3.1 Estructura horizontal.	47
6.3.2 Estructura vertical.	48
6.3.3 Distribución diamétrica y altura.	48
6.3.4 Área basal, densidad, cobertura.	49
6.4 Disturbio antrópico y respuesta ecosistémica	50
6.4.1 Fragmentación, ganadería y cambio de uso del suelo.....	50
6.4.2 Efectos sobre la composición, la estructura y la regeneración.....	51
6.4.3 Cambios en la dominancia de especies y en la sucesión vegetal.	52
7 Metodología.....	54
7.1 Área de estudio.....	54

7.2	Fase de campo	56
7.2.1	Método de parcelas temporales	56
7.2.2	Levantamiento fotogramétrico	57
7.2.3	Colecta de muestras botánica	59
7.2.4	Recolección de datos	60
7.2.5	Fase de laboratorio	65
7.3	Análisis estadístico	65
7.3.1	Área basal	66
7.3.2	Riqueza de especies (S)	66
7.3.2.1	<i>Índice de riqueza de Margalef (D)</i>	66
7.3.3	Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')	67
7.3.4	Índice de diversidad de Simpson (1-D)	67
7.3.5	Pielou	67
7.3.6	Índices de similitud	68
8	RESULTADOS	69
8.1	Análisis de perfil estructural horizontal	69
8.2	Estructura Vertical y Altura del Dosel	71
8.2.1	Clases diamétricas	74
8.3	Área basal	75
8.4	Similitud arbórea por parcelas	75
8.5	Diversidad, dominancia y equidad arbórea	77
8.5.1	Comparación de índices ecológicos por parcelas arbórea	78
8.6	Comparación de cobertura herbácea entre el primer y el último muestreo 80	
8.7	Riqueza de herbácea	82
8.8	Similitud herbácea entre parcelas	84
8.9	Comparación de índices ecológicos por parcelas herbácea	85
8.10	Matriz de Leopold	86
8.10.1	Respaldo bibliográfico de las principales interacciones	88
9	Discusiones	90
10	Conclusiones	93
12.	Bibliografía	96

13. ANEXOS	102
------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Tetramerium nervosum</i> . Fuente: Autor.	34
Figura 2. <i>Elytraria imbricata</i> . Fuente: Autor.	34
Figura 3. <i>Alternanthera pubiflora</i> . Fuente: Autor.	35
Figura 4. Flores de <i>Spondias purpurea</i> . Fuente: Autor.	36
Figura 5. Hojas de <i>Spondias purpurea</i> . Fuente: Autor.	36
Figura 6. <i>Vallesia glabra</i> . Fuente: Autor.	37
Figura 7. A) <i>Acanthospermum hispidum</i> , B) <i>Acmella radicans</i> , C) <i>Bidens aff.</i> Pilosa y D) <i>Parthenium hysterophorus</i> . Fuente: Autor.	37
Figura 8. <i>Cordia lutea</i> . Fuente: Autor.	38
Figura 9. <i>Varronia macrocephala</i> . Fuente: Autor.	38
Figura 10. <i>Cynophalla mollis</i> . Fuente: Autor.	39
Figura 11. <i>Beautempsia avicenniifolia</i> . Fuente: Autor.	39
Figura 12. <i>Maytenus octógona</i> . Fuente: Autor.	40
Figura 13. <i>Ipomoea carnea</i> . Fuente: Autor.	40
Figura 14. <i>Ipomoea muricata</i> . Fuente: Autor.	40
Figura 15. <i>Momordica charantia</i> . Fuente: Autor.	41
Figura 16. <i>Croton sp.</i> Fuente: Autor.	42
Figura 18. <i>Mimosa acantholoba</i> . Fuente: Autor.	43
Figura 17. <i>Vachellia macracantha</i> . Fuente: Autor.	43
Figura 19. <i>Salvia misella</i> . Fuente: Autor.	44
Figura 20. A) <i>Byttneria. Aculeata</i> , B) <i>Sida cordifolia</i> , C) <i>Malachra alceifolia</i> y D) <i>Malva sp.</i> Fuente: Autor.	44
Figura 21. <i>Plumbago zeylanica</i> . Fuente: Autor.	45
Figura 22. A) <i>Cenchrus echinatus</i> , B) <i>Chloris aff. Barbata</i> , C) <i>Echinochloa bou</i> , D) <i>Digitaria ciliaris</i> y E) <i>Bouteloua curtipendula</i> . Fuente: Autor.	46
Figura 23. <i>Stachytarpheta frantzii</i> . Fuente: Autor.	47
Figura 24. <i>Priva lappulacea</i> . Fuente: Autor.	47
Figura 25. Ubicación geográfica de la Comuna Tugaduaaja.	54
Figura 26. Ubicaciones de las parcelas.	56
Figura 27. Ubicación de las unidades de muestreo dentro del transecto: subparcelas (Aguirre, 2019)	56
Figura 28. Diseño del transecto para levantar datos para elaborar los perfiles.	57
Figura 29. Metodología de vuelo por dron fotogramétrico. Fuente: (Issuu, 2022)	58
Figura 30. Procesamiento del ortomosaico.	59
Figura 31. Trayectoria de vuelo de las parcelas 1 y 2.	59
Figura 32. Etiquetado de las especies por código (Ricker & Rincón, 2013).	60
Figura 33. Estructura horizontal de las parcelas 3 y 4.	70
Figura 34. Estructura horizontal de las parcelas 1 y 2.	70

Figura 35. Tala de <i>Cynophalla mollis</i> en la parcela 4, último muestreo.	71
Figura 36. Estructura horizontal de las parcelas 5 y 6.	71
Figura 37. Altura de los diferentes arboles encontrados.	73
Figura 38. Distribución de individuos por clases diamétricas de DAP en parcelas con intervención antrópica y sin intervención antrópica.....	74
Figura 39. Área basal de las 6 parcelas.	75
Figura 40. Jaccard de especies arbóreas.	76
Figura 41. Sorensen de especies arbóreas.	77
Figura 42. Índices ecológicos de árboles por parcela.	80
Figura 43. Comparación de cobertura vegetal del muestreo 1 y 8.....	81
Figura 44. Riqueza herbácea de cada parcela.	83
Figura 45. Zona sin intervención con mayor diversidad de plantas.....	102
Figura 46. Registro de fragmentación en el bosque.	102
Figura 47. Obtención de resultados mediante cuadrante 1m x 1m.	102
Figura 48. <i>Ipomoea carnea</i>	102
Figura 49. Ortomosaico de la parcela 1 y 2 del muestreo 8.	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio.	55
Tabla 2. Hoja de campo para toma de datos de los individuos $\geq$ a 5 cm de DAP.	61
Tabla 3. <i>Hoja de campo para el registro de datos de arbustos y de hierbas</i>	61
Tabla 4. Escala de Braun-Blanquet.	62
Tabla 5. Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales según componentes ambientales y acciones.	63
Tabla 6. Criterios de valoración de la magnitud y la importancia.	64
Tabla 7. Índices ecológicos	78
Tabla 8. Comparación es especies encontradas del M1 y M8.....	82
Tabla 9. Comparación de similitud de especies herbáceas.	85
Tabla 10. Índices ecológicos de hierbas por parcela.	86
Tabla 11. Comparación de los resultados de la Matriz de Leopold.	87
Tabla 12. Especies encontradas en las seis parcelas.	103
Tabla 13. Resultados obtenidos de la zona arbóreas de las 6 parcelas.....	104
Tabla 14. Comparación de Jaccard y Sorensen de las plantas herbáceas.....	104
Tabla 15. Matriz de Leopold de la zona con intervención.	105
Tabla 16 Matriz de Leopold de la zona sin intervención	106

ABREVIATURAS

CAP: Circunferencia a la Altura del Pecho

DAP: Diámetro a la altura del pecho

D: Índice de dominancia de Simpson

1 – D: Índice de diversidad de Simpson

Dmg: Índice de riqueza específica de Margalef

H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener

J': Índice de equidad de Pielou

S: Riqueza específica; número de especies registradas

ha: Hectárea

m²: Metro cuadrado

p: Valor de significancia estadística

QGIS: Quantum Geographic Information System

GPS: Global Positioning System

m²: Metro cuadrado

Nº: Número

ind.: Individuo(s)

GLOSARIO

Abundancia: número total de individuos de una especie registrados dentro de una unidad de muestreo (parcela o subparcela).

Área basal: superficie de la sección transversal del tronco de un árbol o arbusto, generalmente medida a la altura del pecho (DAP), utilizada como indicador de dominancia estructural.

Bosque seco tropical: formación vegetal característica de zonas con precipitación estacional baja y marcada época seca, dominada por especies adaptadas a la aridez (caducifolias, espinosas o suculentas), como el registrado en la parroquia Chanduy.

Cobertura vegetal: porcentaje de superficie del suelo ocupado por la proyección aérea de los individuos de una especie dentro de una unidad de muestreo.

cf. (confer): abreviatura latina utilizada en taxonomía para indicar que la identificación de una especie es probable pero no del todo certera (por ejemplo, *cf. Malva* sp.).

aff. (affinis): abreviatura latina que indica que un ejemplar es afín o muy similar a una especie descrita, pero presenta diferencias que impiden confirmar la identificación exacta (por ejemplo, *Bidens* aff. *pilosa*).

Densidad: número de individuos de una especie por unidad de superficie (por ejemplo, individuos/m²), utilizado como parámetro de estructura horizontal.

Dominancia: grado en que una o pocas especies predominan sobre las demás dentro de una comunidad vegetal, en términos de abundancia, cobertura o biomasa.

Ecosistema: conjunto formado por una comunidad de organismos (vegetales, animales, microorganismos) y el medio físico donde se relacionan, como el matorral seco espinoso de Chanduy.

Equidad (equitatividad): grado de uniformidad en la distribución de la abundancia entre las especies de una comunidad; una equidad alta indica que ninguna especie domina desproporcionadamente sobre las demás.

Especie dominante: especie que presenta los valores más altos de abundancia, cobertura o densidad dentro de una comunidad vegetal, como *Neltuma juliflora* en el estrato arbóreo-arbustivo de este estudio.

Estrato arbóreo: nivel superior de la vegetación, conformado por árboles cuya altura y porte los distingue de arbustos y hierbas.

Estrato arbustivo: nivel de la vegetación conformado por plantas leñosas de menor altura que los árboles, con tallos ramificados desde la base.

Estrato herbáceo: nivel de la vegetación conformado por plantas no leñosas, de ciclo de vida generalmente corto, que ocupan el sotobosque o los espacios abiertos.

Fenología: estudio de los eventos periódicos en el ciclo de vida de las plantas (floración, fructificación, senescencia) en relación con las condiciones climáticas estacionales.

Georreferenciación: proceso de asignar coordenadas geográficas a un punto, parcela o elemento espacial, con el fin de ubicarlo con precisión sobre un sistema de referencia cartográfico.

Línea base: conjunto de información inicial recopilada sobre un ecosistema o comunidad, que sirve como referencia para futuras comparaciones o para el monitoreo de cambios en el tiempo..

Riqueza de especies (S): número total de especies diferentes registradas dentro de una unidad o área de muestreo.

Sinonimia taxonómica: situación en la que una misma especie ha recibido distintos nombres científicos a lo largo del tiempo (por ejemplo, *Neltuma juliflora*, anteriormente clasificada como *Prosopis juliflora*).

Sucesión ecológica: proceso de cambio progresivo en la composición y estructura de una comunidad vegetal a lo largo del tiempo, en respuesta a factores ambientales o a perturbaciones previas.

RESUMEN

Los bosques secos de la costa ecuatoriana están entre los ecosistemas más amenazados del país por la deforestación, la expansión agrícola y el pastoreo, aunque albergan flora adaptada a la aridez y de alto valor ecológico. En la comuna Tugadua, este ecosistema es clave para la biodiversidad local. La investigación buscó analizar la estructura y composición florística del bosque seco de esta comuna con intervención antrópica, mediante parcelas temporales, determinando su riqueza florística.

Se establecieron seis parcelas de 10 x 50 m para muestrear el componente arbóreo, registrando y georreferenciando los individuos leñosos. Para el arbustivo se delimitaron subparcelas de 5 x 5 m, y para el herbáceo, subparcelas de 1 x 1 m evaluadas en ocho muestreos. Se estimó la abundancia y cobertura vegetal por especie, junto con la riqueza y los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson.

En el estrato arbóreo se identificaron seis especies, con *Neltuma juliflora* como especie ampliamente dominante en número y tamaño de individuos, en las subparcelas de 5 m x 5 m no se registraron individuos arbustivos. En el estrato herbáceo se registraron 19 especies, agrupadas principalmente en Poaceae y Asteraceae, con diversidad media (Shannon-Wiener H' entre 2,38 y 2,53), alta equidad (Simpson 1-D entre 0,887 y 0,901) y riqueza decreciente de 19 a 16 especies a lo largo de los muestreos. Como conclusión, el sector estudiado presenta una comunidad leñosa dominada por Fabaceae y un estrato herbáceo diverso y equitativo, resultados que constituyen una línea base útil para orientar futuras acciones de conservación y manejo del matorral seco espinoso de Tugadua.

Palabras clave: composición florística, estructura vegetal, bosque, diversidad, Tugadua.

ABSTRACT

The dry forests of the Ecuadorian coast are among the country's most threatened ecosystems due to deforestation, agricultural expansion, and grazing, despite harboring flora adapted to arid conditions that holds high ecological value. In the Tugadua community, this ecosystem is crucial for local biodiversity. This study aimed to analyze the structure and floristic composition of the community's dry forest which has been subject to human intervention by using temporary plots to determine its floristic richness.

Six 10 x 50 m plots were established to sample the tree component, with woody individuals recorded and georeferenced. For the shrub layer, 5 x 5 m subplots were delineated, while 1 x 1 m subplots were used for the herbaceous layer and evaluated across eight sampling events. Abundance and vegetation cover per species were estimated, alongside richness and the Shannon-Wiener and Simpson diversity indices.

Six species were identified in the tree stratum, with *Neltuma juliflora* being the overwhelmingly dominant species in terms of both the number and size of individuals; no shrub individuals were recorded in the 5 x 5 m subplots. In the herbaceous stratum, 19 species were recorded primarily belonging to the Poaceae and Asteraceae families—showing moderate diversity (Shannon-Wiener H' between 2.38 and 2.53), high evenness (Simpson 1-D between 0.887 and 0.901), and a decline in richness from 19 to 16 species over the course of the sampling. In conclusion, the study area features a woody community dominated by Fabaceae and a diverse, evenly distributed herbaceous stratum; these results provide a useful baseline for guiding future conservation and management actions for the dry thorny scrubland of Tugadua.

Keywords: floristic composition, vegetation structure, forest, diversity, Tugadua

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, los bosques secos se distribuyen principalmente en dos áreas geográficas. Una de ellas se ubica en la región centro-occidental de la costa del Pacífico e incluye sectores de las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena y Guayas. La segunda se extiende por el sur costero y las laderas occidentales de los Andes, abarcando El Oro y Loja. Estas áreas forman parte del bosque seco ecuatorial, un ecosistema exclusivo a nivel mundial (Linares Palomino, 2010). Ecuador se encuentra entre los países con mayor biodiversidad en el mundo. El país alberga aproximadamente 95 tipos de ecosistemas vegetales, cuya diversidad se ha configurado a partir de la interacción de factores geológicos, climáticos, geográficos, evolutivos y ecológicos (Aguirre, Z., & Medina, B., 2013).

El bosque seco es considerado una de las más importantes zonas biológicas, es un ecosistema singular, poco conocido y muy amenazado, caracterizado por la presencia de especies únicas de la región y una notable variedad ecológica tanto a nivel local como regional, concentradas en un área geográfica relativamente pequeña (Mittermeier, 2005). (Vázquez, 2005) destacaron el valor biológico de estos ecosistemas, los cuales albergan una gran variedad de especies de flora y fauna con distribución limitada, que actualmente enfrentan amenazas derivadas de las actividades humanas.

Los estudios sobre la vegetación constituyen una fuente esencial para comprender la riqueza florística de una región. A través de ellos es posible identificar aspectos como la densidad, frecuencia, dominancia y diversidad de las especies, así como su relevancia ecológica. En su estado natural, la flora presenta

una notable variedad, y durante siglos ha sido una fuente de beneficios para las comunidades locales, tanto indígenas como colonas (Aguirre, 2019).

A pesar de su importancia, los bosques secos tropicales han estado sujetos a fuertes presiones antrópicas en las últimas décadas. La expansión de la frontera agropecuaria, el sobrepastoreo, la extracción descontrolada de madera y otros recursos, junto con el aumento de la población humana, han impulsado una degradación significativa de estos ecosistemas (Montilla, 2017).

La comuna Tugaduaja, área de estudio de la presente investigación, se encuentra en la parroquia rural Chanduy, al sureste de la provincia de Santa Elena. La cobertura vegetal del entorno de la comuna presenta una transición desde matorrales xerofíticos de la franja litoral hasta bosques secos semidecíduos en las zonas interiores. Esta variación está condicionada por las particularidades microclimáticas y por los gradientes de humedad presentes en el suelo (Valverde & Reyes, 2004). Además de su relevancia ecológica, numerosas especies de estos ecosistemas poseen importancia cultural y económica para las comunidades locales, debido a los diversos usos y beneficios que proporcionan.

En Tugaduaja todavía hay partes del bosque que son zonas naturales sin intervención del humano. Son zonas que la comunidad ha cuidado con esmero, o bien están tan escondidas o de difícil acceso. En esos rincones más intactos, uno todavía puede apreciar el bosque denso, que se ven claramente los distintos pisos de vegetación, sobresalen árboles viejos y frondosos de especies nativas, cubiertos por una vegetación sin parches.

Pero no todo es así. En otras partes del territorio, la mano del hombre ha dejado su huella, y no siempre para bien. Se nota en los claros que dejan los árboles talados para sacar madera o hacer carbón, en los potreros que se han ido abriendo paso para el ganado, en esos cultivos que crecen rápido y luego dejan la tierra sin vegetación, en las quemas que se hacen para limpiar terrenos, y hasta en los caminos y construcciones que han ido apareciendo. Todo eso, en muchas parcelas, ha pasado factura. La señal más clara es que el bosque ha ido retrocediendo, perdiendo terreno y espesor, y con eso, el ecosistema ya no rinde ni se comporta como antes, le cuesta más mantenerse en pie y seguir haciendo de las suyas. Además, estas intervenciones han contribuido a la fragmentación del hábitat, dificultando la conectividad entre áreas naturales y limitando el desplazamiento de especies.

En este contexto, la presente investigación se centra en analizar la estructura y composición florística del bosque seco en la comuna Tugaduaja con intervención antrópica, se busca determinar la riqueza florística mediante el método de parcelas temporales. Para caracterizar las especies de árboles, arbustos y hierbas presentes utilizando claves dicotómicas, establecer los perfiles estructurales de la vegetación en las zonas de muestreo mediante transectos y comparar las áreas intervenidas y no intervenidas del bosque seco.

2. PROBLEMÁTICA

El bosque seco de la comuna de Tugaduaja, en la provincia de Santa Elena, es un ecosistema tropical muy frágil. Su conservación es clave desde el punto de vista ecológico, ya que es una región y un área ambiental importante. Los bosques secos tropicales ayudan a mantener el equilibrio climático y están entre los más amenazados del mundo, protegidos por la Constitución en el Artículo 406.

En Santa Elena, las actividades humanas han dañado mucho estos bosques. En los últimos diez años, la provincia ha sido una de las más afectadas por la pérdida de cobertura forestal en el país. Esto se debe principalmente al uso selectivo de madera y a la conversión de bosques en pastizales para la ganadería extensiva.

Estas intervenciones han generado efectos que se acumulan con el tiempo, como la reducción de la diversidad de plantas, la fragmentación del paisaje y el deterioro de los servicios ecosistémicos que brinda el bosque seco tropical, tanto a las comunidades cercanas como a la biodiversidad que depende de este ecosistema.

También preocupa la explotación excesiva de especies endémicas, utilizadas por habitantes locales y, en algunos casos, por personas externas a la comunidad. Esta presión altera la estructura natural del bosque y afecta procesos importantes, como la regeneración de la vegetación, la disponibilidad de refugio para especies de fauna especializadas y la conservación de nutrientes en el suelo. Según Guale (2024), estas condiciones dificultan la recuperación natural del ecosistema y mantienen un proceso de degradación que disminuye la capacidad del bosque para enfrentar perturbaciones naturales o provocadas por las personas.

Diversos estudios realizados en la región han documentado esta problemática, evidenciando cómo la presión humana sobre especies específicas ha alterado significativamente la composición florística y la dinámica ecológica del bosque seco ecuatorial (Herbario Loja et al., 2001; Aguirre et al., 2001; Aguirre-Mendoza & Delgado-Cueva, 2005; Aguirre-Mendoza & Kvist, 2005).

Sin embargo, la escasez de estudios en Santa Elena ha llevado a subestimar su valor, limita dimensionar la pérdida de biodiversidad y dificulta decisiones de manejo. Por ello, es clave comparar áreas intervenidas y no intervenidas para identificar los cambios estructurales y florísticos ocurridos.

En este contexto, nace la pregunta de ¿Cómo se encuentra la estructura y composición florística en zonas con intervención antrópica y zonas no intervenidas del bosque seco de la Comuna Tugaduaja?.

3. JUSTIFICACIÓN

El bosque seco tropical constituye uno de los ecosistemas con mayor singularidad y endemismo en la región Tumbesina, del cual la comuna Tugaduaaja, en la provincia de Santa Elena, es un enclave representativo. La dinámica ecológica y los ciclos biológicos del bosque seco están estrechamente relacionados con la estacionalidad de las precipitaciones. No obstante, su capacidad de regeneración se ha reducido como consecuencia de las intervenciones humanas acumuladas a lo largo del tiempo. Actividades como la tala selectiva, el pastoreo extensivo, la extracción de leña y el reemplazo de la cobertura vegetal para fines agrícolas y pecuarios han favorecido la fragmentación del paisaje. Esto ha causado cambios importantes en la composición, la estructura y el funcionamiento de las comunidades vegetales.

Por eso, este estudio busca generar información básica y actualizada sobre el estado de conservación del bosque seco en Tugaduaaja. Aunque hay estudios regionales sobre la flora del litoral ecuatoriano, todavía se sabe poco sobre la composición, estructura y diversidad en zonas con distintos historiales de uso.

El conocimiento de la estructura y composición florística es fundamental para la planificación territorial, la restauración ecológica y la conservación de la biodiversidad, especialmente en un contexto donde la reducción del bosque seco por cuenta de la deforestación causada por el hombre llegó a 71 km² por año, superando con creces la pérdida asociada al cambio climática (Manchego, 2019).

La investigación está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), ODS 12 (Producción y consumo responsables), ODS 13 (Acción por el clima) y ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres), ya que los bosques secos están catalogados como ecosistemas de alta prioridad para la conservación mundial, siendo el 97% de estas zonas consideradas en peligro de desaparecer. La gestión sostenible de estos recursos es esencial para la resiliencia social y ambiental de la región (Unidas, 2015) (Solórzano, 2021).

4. OBJETIVOS:

4.1 Objetivo general:

Analizar la estructura y composición florística del bosque seco en la comuna Tugaduaaja con intervención antrópica, mediante el método de parcelas temporales, determinando la riqueza florística.

4.2 Objetivos específicos:

- Caracterizar las especies de árboles, arbustos y hierbas presentes en el bosque seco.
- Determinar los perfiles estructurales de la vegetación en las zonas de muestreo, mediante la aplicación de parcelas temporales.
- Comparar las zonas muestreadas con intervención antrópica y no intervenidas, utilizando Índices ecológicos Shannon-Weiner, Simpson, Jaccard, Pielou y atriz de Leopold.

5 HIPÓTESIS

Hipótesis alterna (H_1):

Existen diferencias en la estructura y composición florística entre las zonas con intervención antrópica y las zonas no intervenidas del bosque seco en la comuna Tugaduaja.

6 MARCO TEÓRICO

6.1 Ecología del bosque seco tropical

6.1.1 *Caracterización ecológica del ecosistema*

El bosque seco tropical (BST) constituye uno de los ecosistemas más singulares y a la vez más amenazados del planeta. Estos bosques se caracterizan por presentar una marcada estacionalidad climática, con períodos de sequía que pueden extenderse entre cinco y seis meses al año, lo que determina una vegetación particularmente adaptada a condiciones de aridez (Escribano Ávila, 2016).

En Ecuador, los bosques secos tropicales pertenecen a la zona denominada "Región Tumbesina", caracterizada por un alto nivel de endemismo. La diversidad florística de estos ecosistemas es particularmente notable, aproximadamente cerca del 80 % de sus componentes son endémicos regionales (Aguirre Mendoza Z. H., 2012).

Para entender realmente cómo funciona un bosque seco tropical, no basta con saber qué especies lo habitan. sino también los procesos funcionales que determinan su estructura y dinámica. (Espinosa, 2012) señalan que, aunque la atención investigadora que han recibido estos bosques es menor en comparación con la dedicada a otros ecosistemas de la región, los estudios realizados hasta la fecha han permitido caracterizar una proporción importante de su diversidad florística, confirmar el marcado endemismo de su flora y reunir datos sobre los factores que condicionan su estructura y funcionamiento. No obstante, persisten importantes vacíos de información, particularmente en lo que respecta al

conocimiento de arbustos y hierbas, así como a la dinámica funcional de estos ecosistemas.

6.1.2 *Condiciones climáticas, edáficas y fenológicas.*

Las temperaturas se mantienen cálidas durante todo el año, oscilando entre los 26 y 30 °C, cuya combinación con la aridez ambiental impone un tamiz ecofisiológico extremadamente riguroso para el establecimiento y la persistencia de la flora. Sin embargo, con el inicio de la época lluviosa, las especies vegetales del bosque seco suelen activar de forma sincronizada procesos fenológicos como la emisión de brotes, la floración y la fructificación. Esta respuesta incrementa temporalmente la disponibilidad de alimento y refugio para la fauna, además de favorecer interacciones tróficas y mecanismos de regeneración natural del ecosistema.

Pero las respuestas de la vegetación no son uniformes en todo el territorio. Su distribución y dinámica dependen de las condiciones climáticas, hidrológicas y edáficas de cada sector. Esta heterogeneidad espacial y temporal conduce a la fragmentación del paisaje, y se debe aplicar un enfoque de muestreo estratificado en cada unidad de estudio dadas las condiciones ambientales.

6.1.3 *Importancia biogeográfica del bosque seco tumbesino.*

Constituye una ecorregión de excepcional importancia biogeográfica, reconocida mundialmente como una zona de endemismo prioritario para la conservación. Esta región se extiende entre Ecuador y Perú y concentra una gran cantidad de especies endémicas, pese a su limitada extensión geográfica. Por esta

razón, se considera una de las zonas prioritarias para la conservación a escala mundial (Leal, 2005).

La importancia geográfica del ecosistema es la base del ecosistema, ya que está dominado por factores ambientales, territoriales y ecológicos que influyen en su distribución, composición y función. Al ser un bosque seco estacional, su naturaleza peculiar lo convierte en un hábitat especial, y las adaptaciones especiales en tiempos evolutivos han dado lugar a una flora y fauna especiales. El aislamiento de estos bosques ha permitido la aparición de nuevas especies y esa es la razón de su alto endemismo.

Los bosques secos del sur de Ecuador tienen un clima muy seco estacionalmente y se caracterizan por condiciones de baja precipitación que han producido una biota extremadamente especial. La región tumbesina es distinta, y la afinidad florística con otros lugares es débil (esto le confiere un carácter biogeográfico muy especial a la región tumbesina). Esta singularidad biológica, exacerbada por una creciente amenaza antropogénica, coloca a los bosques secos del Pacífico ecuatorial en el centro de las prioridades científicas y de conservación, y existe una necesidad urgente de atención nacional e internacional (Escribano Ávila, 2016).

6.2 Comunidad vegetal y composición florística

6.2.1 Concepto de comunidad vegetal.

La comunidad vegetal, también denominada fitocenosis, constituye una unidad ecológica fundamental para el estudio de la vegetación. Se define como el conjunto de poblaciones vegetales que conviven en un hábitat dentro de un mismo

territorio, caracterizadas por presentar relaciones de interdependencia y por responder de manera similar a los factores ambientales predominantes. Una comunidad vegetal está constituida por un conjunto de plantas asociadas entre sí en un espacio concreto, con una organización tanto espacial como temporal.

Adentrarse en el estudio de una comunidad vegetal es, en esencia, intentar descifrar el funcionamiento íntimo de un ecosistema. No basta con elaborar un listado de especies, caracterizar una comunidad exige prestar atención tanto a sus atributos cualitativos, como la identidad de las plantas que la conforman o sus formas de vida, cuantitativos (abundancia, dominancia, frecuencia, diversidad), que en conjunto proporcionan una visión integral de su estructura y dinámica. Lejos de ser una fotografía fija, la comunidad vegetal se asemeja más a una película, cambia constantemente, impulsada por procesos sucesionales y por perturbaciones de distinta naturaleza. Por eso, aspirar a una comprensión genuina exige adoptar un enfoque que integre los componentes estructurales.

6.2.2 *Riqueza, abundancia, dominancia y frecuencia.*

La caracterización cuantitativa de las comunidades vegetales se fundamenta en un conjunto de parámetros ecológicos que permiten describir objetivamente su composición y estructura (Moore, 2013). Entre estos parámetros, la riqueza, la abundancia, la dominancia y la frecuencia constituyen los indicadores más utilizados en los estudios de vegetación.

Cuando hablamos de la riqueza de especies en un ecosistema, nos referimos simplemente al número total de especies distintas que encontramos en una comunidad o en una parcela de muestreo. Es la medida más intuitiva de la

biodiversidad y, como señala (Moore, 2013), nos da una primera aproximación a la complejidad estructural de esa comunidad. En los bosques secos tropicales, esta riqueza no es homogénea, puede dispararse o desplomarse según la altitud, la cantidad de agua disponible, las características del suelo y, sobre todo, la huella humana.

La abundancia absoluta nos dice el número total de ejemplares, mientras que la abundancia relativa nos revela el peso proporcional de cada especie dentro del conjunto. En comunidades donde la equitatividad es baja, unas pocas especies acaparan la mayoría de los individuos, esas especies dominantes, precisamente por su representación desproporcionada, suelen desempeñar papeles clave en el funcionamiento del ecosistema (Dubey, 2023).

La dominancia nos habla del peso ecológico de una especie, pero no solo en términos numéricos, puede medirse también por la biomasa que acumula o la cobertura que proyecta sobre el suelo. Una especie se vuelve dominante cuando su influencia en la estructura y el funcionamiento del ecosistema es desproporcionadamente mayor de lo que cabría esperar por su simple abundancia (Meghan L. Avolio, 2019). En los bosques secos tropicales como *Prosopis spp.* (algarrobo) suelen actuar como especies dominantes su sola presencia es capaz de modificar las condiciones del bosque, facilitando la llegada de ciertas especies y cerrándole el paso a otras.

La frecuencia indica la distribución espacial de una especie dentro de la comunidad. Este parámetro refleja en qué proporción de nuestras unidades de

muestreo aparece una especie determinada, revelando su patrón de distribución. Así, podemos toparnos con especies localmente abundantes pero confinadas a rincones muy específicos frecuencia baja o puede estar distribuida de manera uniforme en toda el área de estudio con una frecuencia alta. La lectura conjunta de estos cuatro atributos riqueza, abundancia, dominancia y frecuencia permite dibujar un retrato bastante fiel de la arquitectura de la comunidad, y sienta las bases para calcular índices de diversidad y el valor de importancia ecológica de cada especie.

6.2.3 *Diversidad alfa y distribución de especies.*

La diversidad alfa (α -diversidad) se refiere a la diversidad de especies dentro de una comunidad o hábitat particular, y constituye el nivel más básico de análisis de la biodiversidad. Este concepto, introducido por Whittaker, ha sido ampliamente utilizado en estudios ecológicos para cuantificar la riqueza y la equitatividad de especies en un área determinada (Whittaker, 1960).

(Moreno, 2011) indica que la diversidad de una comunidad alcanza valores bajos cuando la mayor parte de los individuos se concentra en una sola especie y las demás presentan abundancias reducidas. En cambio, la diversidad es mayor cuando las especies registradas presentan una distribución de abundancias más equilibrada. Por ello, la relación entre la riqueza específica y la equitatividad constituye un elemento fundamental para interpretar adecuadamente los índices de diversidad.

La distribución espacial de las especies dibuja patrones que van desde agrupaciones densas hasta dispersiones uniformes o caprichosamente aleatorias, y en los bosques secos tropicales este mosaico responde a la disponibilidad de recursos, a las interacciones bióticas y a las cicatrices que dejan las perturbaciones pasadas.

Cuando el paisaje se fragmenta y la acción humana se intensifica, esos patrones se desordenan: aparecen agregaciones de especies oportunistas que colonizan los claros, mientras las especies más sensibles, aquellas que necesitan cierta integridad estructural, se repliegan hasta desaparecer. Así, la huella antrópica no solo borra especies, sino que reorganiza el espacio de las que sobreviven.

6.2.4 Familias y especies representativas del bosque seco.

6.2.4.1 Acanthaceae

Está conformado principalmente por especies herbáceas y arbustivas, aunque también incluye algunas formas arbóreas e incluso acuáticas, todas ellas con hojas simples y colocadas frente a frente en el tallo. Sus flores, reconocibles por su simetría bilateral y frecuentemente envueltas por brácteas, son un rasgo típico, pero lo que realmente las hace especiales es su estrategia de reproducción: los frutos, al secarse, revientan con fuerza y, mediante unos diminutos ganchos llamados retináculos, catapultan las semillas a varios metros de distancia para colonizar nuevos espacios (Simpson, 2010).

Figura 1. Tetramerium nervosum.
Fuente: Autor.



Figura 2. Elytraria imbricata.
Fuente: Autor.



6.2.4.2 **Amaranthaceae**

Está formada por especies que pueden completar su ciclo en un solo año o perdurar durante varias temporadas, todas ellas con la asombrosa capacidad de prosperar en suelos ricos en sales, un entorno que resultaría hostil para la mayoría de las plantas. Sus hojas, simples y dispuestas de manera alterna a lo largo de los tallos, presentan adaptaciones muy particulares: a veces se vuelven carnosas y suculentas para almacenar agua, o se cubren de finos pelillos para protegerse del sol y la salinidad (Editores de Britannica, 2022).

Figura 3. Alternanthera pubiflora.

Fuente: Autor.



6.2.4.3 **Anacardiaceae**

La gran mayoría de los miembros de esta familia prosperan en los cálidos trópicos y subtrópicos, no es raro encontrar algunos representantes suyos adaptados a regiones templadas, y su importancia para el ser humano es innegable, ya que de ellos obtenemos valiosos frutos y frutos secos que mueven importantes mercados económicos. Una de sus señas de identidad más curiosas está en su corteza, donde albergan canales especializados que secretan resinas y gomas que, al contacto con

el aire, se oscurecen hasta tornarse negras, como si reaccionaran con el entorno, sus hojas, normalmente compuestas, se despliegan en folíolos con diversas disposiciones, y su estrategia reproductiva resulta particularmente interesante, pues muchas especies son dioicas, lo que significa que cada planta individual se especializa en un solo sexo, produciendo únicamente flores masculinas o femeninas (Enciclopedia Británica, 2017).

Figura 4. Flores de Spondias purpurea.
Fuente: Autor.



Figura 5. Hojas de Spondias purpurea.
Fuente: Autor.



6.2.4.4 Apocynaceae

Algunas de sus especies una savia lechosa y espesa que, en la mayoría de los casos, esconde un potente veneno como mecanismo de defensa químico. Sus hojas, de bordes perfectamente lisos, enmarcan unas inflorescencias que suelen presentarse en racimos compacto. Para culminar su ciclo vital, estas plantas nos ofrecen una variada gama de frutos: algunos adoptan la apariencia de una baya carnosa y tentadora, sin embargo, lo más común es que los frutos se desarrollen en vainas

secas o folículos que, al madurar, se abren y liberan numerosas semillas. Estas pueden ser transportadas por el viento o por los animales.

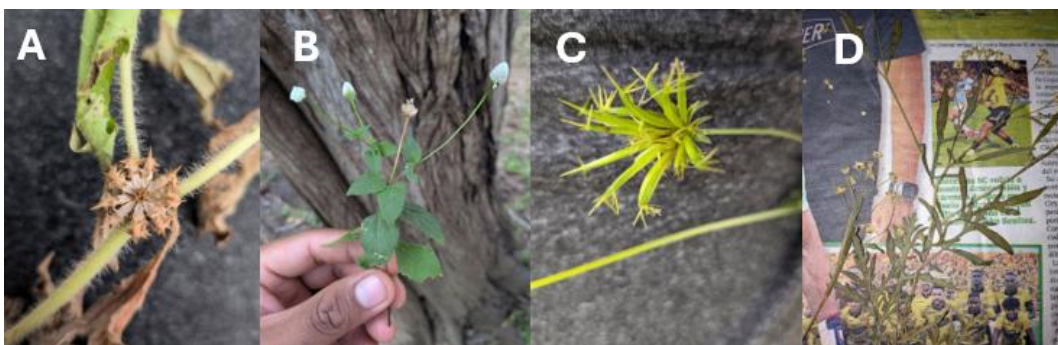
Figura 6. Vallesia glabra.
Fuente: Autor.



6.2.4.5 Asteraceae

Considerada la familia con mayor número de especies en el reino vegetal, sus integrantes se hacen inconfundibles por su inflorescencia en capítulo, donde diminutas flores liguladas y tubulosas se agrupan sobre un receptáculo común rodeado de brácteas, simulando la apariencia de una única flor gigante. Además, presentan un cáliz profundamente modificado en forma de vilano, un penacho de pelos o escamas que actúa como un eficaz paracaídas para que sus frutos, los aquenios, viajen largas distancias impulsados por el viento.

Figura 7. A) Acanthospermum hispidum, B) Acmeilla radicans, C) Bidens aff. Pilosa y D) Parthenium hysterophorus. Fuente: Autor.



6.2.4.6 Boraginaceae

Presenta una superficie áspera debido a la presencia de tricomas rígidos y calcáreos, estructuras que contribuyen a reducir la pérdida de agua y le confieren mayor tolerancia a condiciones de sequía. Sus inflorescencias tienen una forma curva similar a la cola de un escorpión, conocida como cima escorpioide. En ellas, las flores hermafroditas, generalmente azules o blancas, se abren de forma gradual y sucesiva. El ovario, profundamente lobulado, madura en cuatro núculas duras, y un dato curioso es que muchas de sus especies acumulan alantoína y pirrolizidinas en sus tejidos, compuestos que las defienden de los herbívoros (Weigend, 2016).

Figura 8. Cordia lutea.
Fuente: Autor.



Figura 9. Varronia macrocephala.
Fuente: Autor.



6.2.4.7 Capparaceae

La familia Capparaceae, está dominada por arbustos o árboles de hojas alternas y simples que, en ocasiones, portan estípulas transformadas en agudas espinas defensivas. Sus flores son un verdadero espectáculo morfológico, ya que poseen un receptáculo alargado del que emergen largos y vistosos estambres, otorgándoles una apariencia delicada y exuberante. Tras la fecundación, dan lugar a frutos muy

variados: desde bayas carnosas hasta silicuas alargadas y dehiscentes, siendo muchas de ellas apreciadas por sus semillas de sabor picante, como las alcaparras (Hall, 2008).

Figura 10. Cynophalla mollis.
Fuente: Autor.



Figura 11. Beautempsia avicenniifolia. *Fuente: Autor.*



6.2.4.8 Celastraceae

Esta familia presenta hojas generalmente opuestas y flores pequeñas, hermafroditas, que lucen un disco nectarífero prominente y carnoso en su centro, una auténtica estación de servicio para los polinizadores. Sus frutos, que pueden ser cápsulas o drupas, a menudo envuelven sus semillas en un arilo colorido y brillante, una estrategia visual para atraer aves y asegurar su dispersión, mientras que sus raíces y cortezas son conocidas por producir alcaloides y terpenoides con potentes efectos biológicos (Simmons, 2001).

Figura 12. Maytenus octógona.
Fuente: Autor.



6.2.4.9 Convolvulaceae

Famosa por sus tallos volubles y trepadores que se enredan con determinación sobre cualquier soporte, esta familia produce una savia lechosa que fluye al cortar sus tejidos. Sus hojas, simples y alternas, son el telón de fondo de unas flores efímeras pero espectaculares, con una corola infundibuliforme (en forma de embudo) que despliega sus pétalos solo por unas horas, como las clásicas campanillas o las coloridas ipomoeas (Staples, 2007).

Figura 13. Ipomoea carnea.
Fuente: Autor.



Figura 14. Ipomoea muricata.
Fuente: Autor.



6.2.4.10 Cucurbitaceae

Reconocibles a simple vista por sus zarcillos laterales enroscados que les permiten trepar y expandirse, estas plantas presentan hojas palmeadas y ásperas, generalmente alternas. Estas especies pueden ser monoicas o dioicas, es decir, las flores masculinas y femeninas pueden encontrarse en la misma planta o en individuos diferentes. Por lo general, sus flores presentan un color amarillo brillante. Su fruto, el pepónide, es una baya con una cáscara dura o coriácea que encierra numerosas semillas aplanadas.

Figura 15. Momordica charantia.
Fuente: Autor.



6.2.4.11 Euphorbiaceae

Esta familia se caracteriza por su amplia diversidad química y por la presencia frecuente de un látex blanco e irritante, que funciona como mecanismo de defensa frente a los herbívoros. Sus flores son pequeñas y unisexuales, y pueden agruparse en estructuras denominadas ciatos, que dan la apariencia de una sola flor, o en racimos. Por lo general, no presentan pétalos llamativos y su polinización depende del viento o de pequeños insectos. El fruto más común es un esquizocarpo que, al madurar, se divide en tres partes llamadas mericarpos. Este proceso permite que las

semillas sean expulsadas a cierta distancia, lo que favorece la dispersión y el establecimiento de nuevos individuos en otras áreas (EUPHORBIACEAE, 2026).

Figura 16. Croton sp.
Fuente: Autor.



6.2.4.12 Fabaceae

Ocupa el tercer lugar en diversidad vegetal, esta familia es fácilmente identificable por su fruto por excelencia: la legumbre o vaina, una estructura seca que se abre por dos suturas. Sus hojas suelen ser compuestas y siempre acompañadas de estípulas, y muchas de ellas presentan un movimiento peculiar (nastias) al ser tocadas. Pero su rasgo más ecológicamente relevante es la capacidad de asociarse simbióticamente con bacterias del género *Rhizobium* en nódulos radicales, fijando el nitrógeno atmosférico y enriqueciendo los suelos donde

habitan, un proceso vital para la dinámica de los ecosistemas terrestres (Legume & Egan, 2017).

Figura 18. Vachellia macracantha.
Fuente: Autor.



Figura 17. Mimosa acantholoba.
Fuente: Autor.



6.2.4.13 Lamiaceae

Plantas aromáticas por excelencia, gracias a sus tallos inequívocamente cuadrangulares y sus hojas opuestas y decusadas, provistas de glándulas oleíferas que acumulan aceites esenciales como mentol, timol o carvacrol. Sus flores, de marcado labio (bilabiadas), se disponen en inflorescencias verticiladas y están diseñadas para ser visitadas por abejas de lenguas largas, mientras que su fruto, compuesto por cuatro núculas ovoides, encierra las semillas en el fondo del cáliz persistente (Harley, 2004).

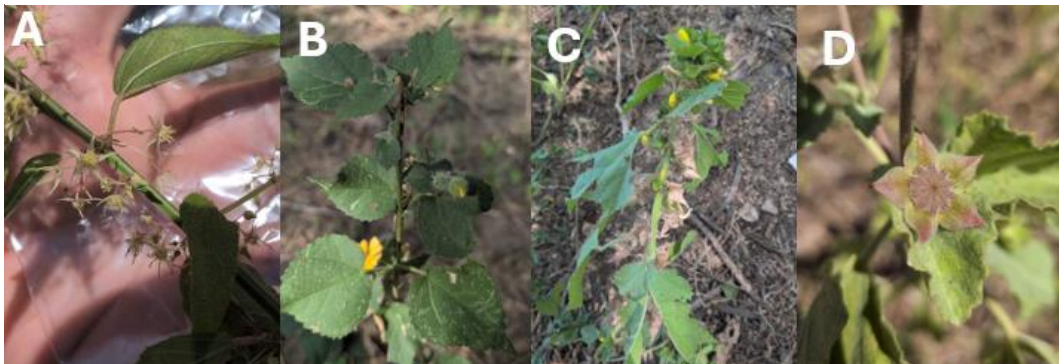
Figura 19. Salvia misella.
Fuente: Autor.



6.2.4.14 Malvaceae

Una familia que se caracteriza por sus indumentos de pelos estrellados o escamosos, y por unas hojas palmatinervias, a menudo lobuladas, que recuerdan a la palma de una mano. Sus flores presentan un epicáliz (un cáliz secundario externo) y una columna estaminal que resulta de la soldadura de todos los estambres, una estructura protuberante que envuelve al estilo y que les otorga un aspecto tropical muy característico. Los frutos, generalmente cápsulas o esquizocarpos, se fragmentan en mericarpos que se dispersan individualmente, y entre sus miembros se encuentran los algodóneros, las malvas y los majestuosos baobabs (Bayer, 1999).

Figura 20. A) Byttneria. Aculeata, B) Sida cordifolia, C) Malachra alceifolia y D) Malva sp.
Fuente: Autor.



6.2.4.15 Plumbaginaceae

Estas especies han desarrollado adaptaciones que les permiten crecer en suelos o ambientes con altas concentraciones de sal, como marismas y acantilados costeros, estas plantas han desarrollado glándulas calcáreas en sus hojas capaces de secretar y eliminar el exceso de sales minerales, un mecanismo de osmorregulación sorprendente. Presentan hojas simples, a menudo agrupadas en rosetas basales, de donde emergen largas inflorescencias escorpioides con pequeñas flores de cáliz escarioso, persistente y a menudo coloreado, que protege al fruto en forma de utrículo o cápsula, todo ello acompañado de una química única basada en plumbaginas y otros naftoquinonas (Lledó, 1998).

Figura 21. Plumbago zeylanica.

Fuente: Autor.



6.2.4.16 Poaceae

Plantas herbáceas anuales o perennes. Existen algunas leñosas como la caña. Hojas alternas con limbo linear y nerviación paralela. En la base presentan una vaina que envuelve el tallo sin cerrarse. En el punto de unión entre vaina y limbo hay una estructura con forma de lengüeta, la lígula. Ésta puede tener diversas

formas o estar reducida a pelos. La inflorescencia primaria es la espiguilla. Las espiguillas pueden organizarse en diferentes tipos de inflorescencias, como espigas, panículas o racimos. (Occidental, Herbari Virtual del Mediterrani, 2026).

Figura 22. A) *Cenchrus echinatus*, B) *Chloris aff. Barbata*, C) *Echinochloa bou*, D) *Digitaria ciliaris* y E) *Bouteloua curtipendula*. Fuente: Autor.



6.2.4.17 Verbenaceae

Aunque en el pasado se agrupaban muchas plantas con la menta, hoy en día esta familia se reconoce por sus tallos a menudo cuadrangulares, sus hojas opuestas y generalmente ásperas, y sus inflorescencias dispuestas en espigas o racimos terminales que parecen cepillos florales. Sus flores, con un cáliz tubular y una corola ligeramente zigomorfa (a veces casi actinomorfa), se distinguen de sus parientes Lamiaceae por presentar un ovario con lóculos más o menos independientes, cuyo fruto madura en una drupa carnosa o en un esquizocarpo seco, siendo ampliamente utilizadas en la medicina tradicional y como ornamentales por su prolongada floración (Marx, 2010).

Figura 23. Stachytarpheta frantzii.
Fuente: Autor.



Figura 24. Priva lappulacea.
Fuente: Autor.



6.3 Estructura poblacional y espacial de la vegetación

6.3.1 Estructura horizontal.

La organización espacial del arbolado en el plano horizontal no se percibe a simple vista, requiere herramientas que traduzcan la disposición de los individuos en patrones interpretables. Una de las más extendidas en ecología forestal es el análisis de la distribución por clases diamétricas, que utiliza el diámetro a la altura del pecho (DAP) como variable proxy del tamaño.

Para caracterizar la estructura horizontal del bosque se emplearon ortofotografías, las cuales permitieron visualizar la cobertura vegetal a nivel de dosel y apreciar la proyección de las copas sobre el terreno. Las imágenes fueron procesadas en el programa QGIS. Esto facilitó la clasificación espectral de las especies registradas en las parcelas de estudio. Además, al comparar las ortofotos obtenidas al inicio y al final del periodo de muestreo.

6.3.2 *Estructura vertical.*

La estructura vertical se refiere a cómo se distribuyen las especies en distintos estratos o capas; el tamaño y la cantidad de esos estratos varían según las formas de vida presentes en el bosque, influenciados principalmente por la disponibilidad de luz y la humedad (Poma, 2013).

De acuerdo con (Monge, 1999), el dominio de cada estrato puede recaer en una o varias especies y está condicionado por la diversidad de situaciones ambientales que se presentan en el interior del bosque. La caída de un árbol o la formación de un claro ponen en marcha una secuencia dinámica de reestructuración vertical, donde es posible distinguir qué especies tienen la capacidad de posicionarse en cada uno de los niveles del perfil. Este proceso de ocupación diferencial avanza hasta que el ecosistema logra reconstruir una organización estratificada equiparable a la que fue alterada, cerrando así el ciclo de regeneración estructural.

6.3.3 *Distribución diamétrica y altura.*

La estructura diamétrica y la distribución de alturas constituyen indicadores fundamentales para comprender la dinámica poblacional y el estado sucesional de los bosques tropicales. (Mendoza, 2021) señala que, en los bosques naturales tropicales, la distribución de los diámetros suele presentar una forma de “J invertida”. Esto significa que la mayor cantidad de individuos se concentra en las categorías de menor diámetro y disminuye progresivamente en las categorías superiores. Esto indica que existe un proceso continuo de regeneración, en el que los individuos jóvenes reemplazan a los árboles adultos que mueren. La relación

entre el diámetro y la altura de los árboles también es relevante, ya que permite estimar variables como el volumen de madera, el área basal y la biomasa aérea, para realizar estas estimaciones, se emplean modelos alométricos desarrollados para las condiciones de los bosques secos tropicales. Generalmente, estos modelos se basan en variables de fácil medición en campo, como el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total de los individuos.

6.3.4 *Área basal, densidad, cobertura.*

El área basal, definida como la superficie ocupada por las secciones transversales de los troncos de los árboles a la altura del pecho (1,30 m), es uno de los parámetros estructurales más utilizados en estudios de vegetación forestal (Brack, 2004). Este indicador refleja la ocupación espacial del dosel y la biomasa aérea del bosque, y es sensible a los procesos de extracción selectiva y degradación.

La densidad corresponde al número de individuos presentes en una determinada superficie y se expresa en individuos por hectárea. Esta variable complementa la información obtenida mediante el área basal, ya que permite conocer la abundancia de las especies dentro del bosque. En los bosques secos tropicales, la densidad puede variar según el estado de conservación, los disturbios ocurridos en el área y las condiciones del suelo y del clima. (Ramírez Huila, 2023) registró 336 individuos en una superficie de 0,10 ha en el sector La Pila Vieja, un valor que indica una densidad relativamente alta para un bosque seco intervenido por actividades humanas.

Por otro lado, la cobertura vegetal se refiere al área del suelo que queda cubierta por la proyección del follaje. Es un indicador importante porque influye en

la cantidad de radiación solar que llega al suelo, ayuda a regular las condiciones de temperatura y humedad, y ofrece refugio y alimento para la fauna. Cuando el bosque se fragmenta o se realiza extracción selectiva de árboles, el dosel se vuelve más abierto. Esto cambia las condiciones de luz y humedad del interior del bosque y puede afectar la regeneración natural de las especies

6.4 Disturbio antrópico y respuesta ecosistémica

6.4.1 Fragmentación, ganadería y cambio de uso del suelo.

Los bosques secos de Ecuador se encuentran entre los ecosistemas más amenazados a nivel mundial debido a la intensa presión antrópica que soportan. (Ramírez Huila, 2023) enfatiza que estos ecosistemas, aunque diversos y muy preciados, están sometidos a actividades antropogénicas que alteran su composición, estructura y dinámica. (Rodríguez Echeverry, 2021) estimaron que en Ecuador la pérdida de bosques es cercana al 80%, como consecuencia principal de la conversión de este ecosistema a cultivos agrícolas.

Una de las consecuencias de esta transformación es la fragmentación del hábitat, que es el proceso de dividir el bosque en áreas más pequeñas y aisladas. Este proceso tiene el efecto de disminuir el tamaño de la población, restringir el flujo genético entre ellas y promover la propagación de especies exóticas invasoras. Asimismo, la extracción selectiva de árboles grandes disminuye el área basal y altera la estructura del dosel, por lo que las condiciones de luz y humedad en el bosque cambian.

La presencia de parches también incrementa los efectos de borde, los cuales pueden elevar la mortalidad de los árboles ubicados en las zonas periféricas y

facilitar el establecimiento de especies no nativas. Por otra parte, la ganadería extensiva constituye una presión importante sobre los bosques secos de la costa ecuatoriana, ya que el pisoteo del ganado provoca compactación del suelo, reduce la infiltración del agua y deteriora la vegetación del sotobosque. Además, el consumo de plántulas y semillas limita la regeneración natural y dificulta la recuperación de la cobertura vegetal.

En la provincia de Santa Elena, el avance de las actividades agrícolas y pecuarias ha transformado amplias zonas de bosque seco en pastizales y cultivos. De forma general, el cambio de uso del suelo, especialmente la conversión de bosques en áreas agrícolas o urbanas constituye una de las principales causas de pérdida de cobertura forestal en Ecuador. (Tapia Armijos, 2024) analizó los cambios en la cobertura y el uso del suelo en un área de bosque seco de Santa Elena durante el periodo 2018-2022, y evidenció una rápida transformación del paisaje.

6.4.2 Efectos sobre la composición, la estructura y la regeneración.

Las alteraciones causadas por la actividad humana provocan transformaciones significativas en la composición florística, la estructura y los procesos de regeneración natural de los bosques secos. Respecto a la composición, la intervención antrópica suele disminuir la diversidad de especies presentes y alterar la proporción relativa entre ellas. Aquellas especies vulnerables a la perturbación por lo general las que presentan requerimientos ecológicos muy particulares o una capacidad limitada de dispersión tienden a reducir su presencia o a desaparecer por completo, mientras que las especies más resistentes o de carácter pionero incrementan su predominio dentro del ecosistema.

En lo que respecta a la regeneración, las perturbaciones de origen humano repercuten tanto en el banco de semillas como en el proceso de establecimiento de las plántulas. El pisoteo del ganado que compacta el suelo, la remoción de la vegetación del sotobosque y la disminución de la cobertura del dosel modifican las condiciones microambientales indispensables para la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas. Al respecto, (Fernández, 2024) encontró que en la regeneración natural del bosque seco tropical de la granja Ándil predominan las especies forestales nativas, si bien su establecimiento se ve restringido por elementos como la competencia con especies herbáceas y la depredación de semillas.

6.4.3 Cambios en la dominancia de especies y en la sucesión vegetal.

La sucesión vegetal es el proceso de cambio gradual en la composición y estructura de una comunidad vegetal a lo largo del tiempo, como resultado de las interacciones entre los organismos y el ambiente. En los bosques secos tropicales, la sucesión secundaria comienza después de un disturbio que elimina total o parcialmente la vegetación original, y progresa a través de una serie de etapas hasta alcanzar un estado relativamente estable o clímax (Fajardo-Gutiérrez et al., 2019).

Los cambios en la dominancia de las especies son parte importante del proceso de sucesión ecológica. En las primeras etapas, suelen predominar especies pioneras, caracterizadas por crecer rápidamente, producir muchas semillas y dispersarse con facilidad. Estas especies aprovechan los espacios abiertos que se generan después de una perturbación. Con el paso del tiempo, son reemplazadas de manera gradual por especies más tolerantes a la sombra, que crecen más lentamente,

pero tienen una mayor longevidad y pueden llegar a formar parte del dosel del bosque.

En el contexto de los bosques secos con intervención antrópica, la sucesión puede seguir trayectorias diferentes a las naturales. La extracción selectiva, la ganadería y los incendios recurrentes pueden desviar la sucesión hacia estados alternativos dominados por especies arbustivas o herbáceas, que actúan como barreras para el establecimiento de especies forestales. (Olascuaga-Vargas, 2016) analizaron los cambios en la estructura, composición y fenología de plantas epífitas bajo diferentes estadios de sucesión vegetal en un bosque tropical seco, evidenciando que la perturbación antrópica acelera ciertos procesos mientras que interrumpe otros.

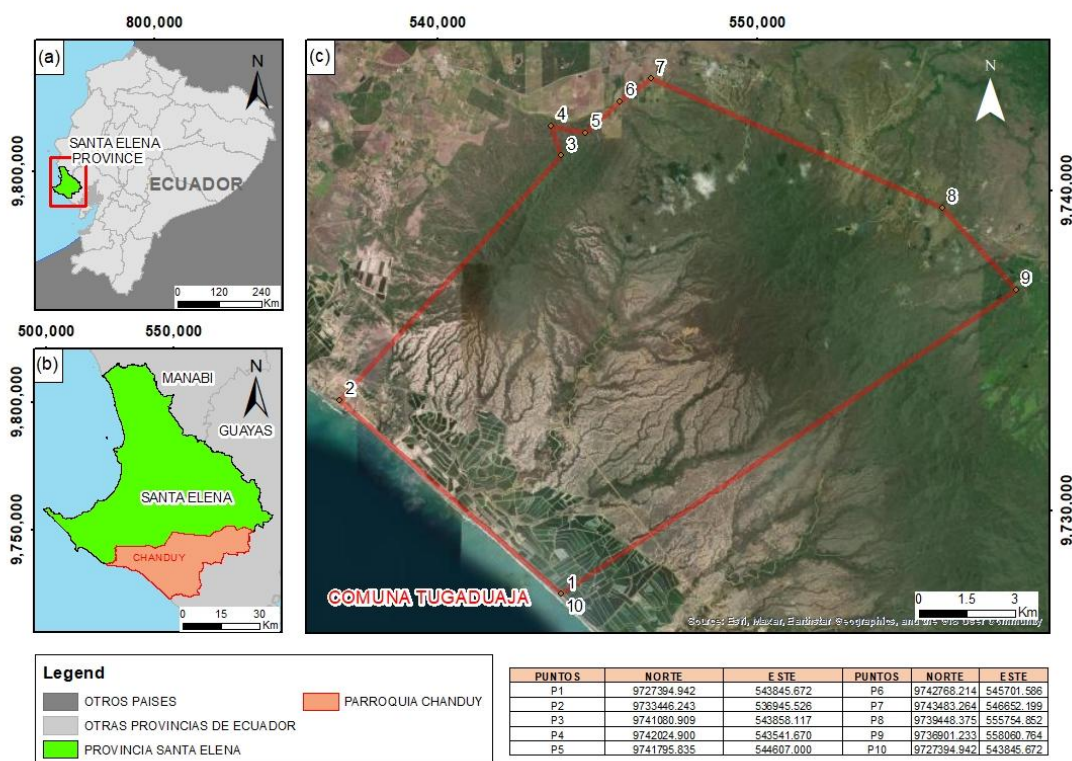
El estudio de los patrones y las trayectorias de recuperación de los bosques secos tropicales aporta información necesaria para planificar acciones de restauración ecológica. Según Fajardo-Gutiérrez (2019), reconocer las especies que cumplen un papel clave en cada etapa y comprender los factores que influyen en la transición entre ellas permite diseñar estrategias de manejo y conservación más adecuadas.

7 METODOLOGÍA

7.1 Área de estudio

La presente investigación se realizó en la comuna Tugaduaja, perteneciente a la parroquia Chanduy, en la provincia de Santa Elena. Esta zona se caracteriza por tener una temperatura media que oscila entre los 21 y 35 °C, lo cual indica un clima cálido. Además, la precipitación anual promedio registrada en esta área es de aproximadamente 150 milímetros. El bosque de la comuna Tugaduaja son de 9000 Ha. Durante la temporada de lluvias se registra aproximadamente el 90 % de la precipitación anual en la zona (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia Rural Chanduy, 2014).

Figura 25. Ubicación geográfica de la Comuna Tugaduaja.



El proyecto de investigación se desarrolló según presencia de sectores con intervención antrópica y zonas no intervenidas, en los bosques estacionalmente secos la presión humana crónica es el principal factor asociado a la pérdida de riqueza y a los cambios en la estructura de la comunidad leñosa (Jara Guerrero, 2021; Cueva Ortiz, 2019). Se realizaron seis parcelas dos ubicadas en zonas cercanas a las viviendas del pueblo, dos en áreas sin intervención humana y dos próximas a las camaroneras, lo que permite estimar la variabilidad existente dentro de una misma condición de intervención, abarcando un área de estudio de 30 hectáreas. Las coordenadas geográficas de estas parcelas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio.

Parcelas	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	543550.711	9732440.931
2	543476.669	9732361.977
3	543723.843	9731819.852
4	543578.208	9731801.946
5	543405.574	9731023.617
6	543174.401	9731228.449

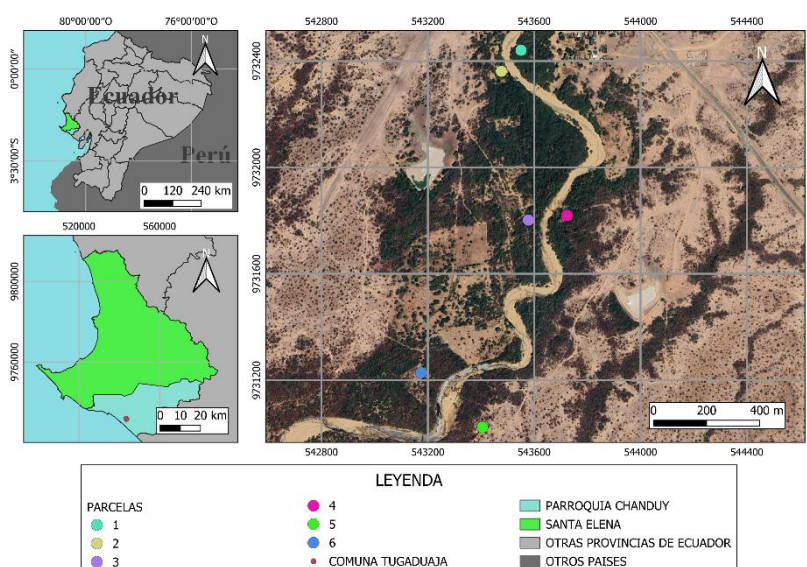


Figura 26. Ubicaciones de las parcelas.

7.2 Fase de campo

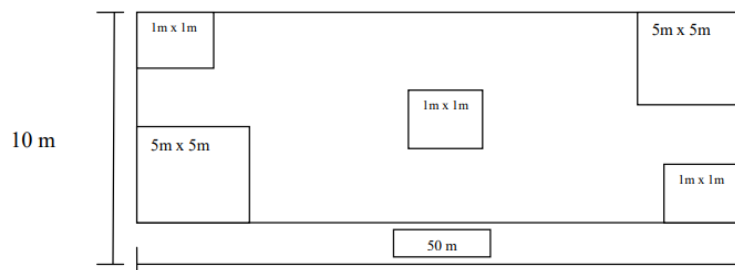
Para la recolección de datos se realizó mediante el método de parcelas temporales, según la metodología diseñada por (Aguirre, 2019).

7.2.1 Método de parcelas temporales

Para la aplicación del método en bosques se limitará un transecto de 50 m x 10 m (500 m²), en cada transecto se colocarán subparcelas de 5 m x 5 m (25 m²) ubicadas en dos esquinas de forma diagonal, destinadas al muestreo de arbustos.

Asimismo, se establecerán subparcelas de 1 m x 1 m, equivalentes a 1 m², para el registro de las especies herbáceas, distribuidas a intervalos regulares siguiendo la diagonal del transecto. La delimitación del transecto o parcela se realizará con brújula, GPS, estacas y piola. La figura 3 presenta la disposición de estas subparcelas (Aguirre Z, 2019).

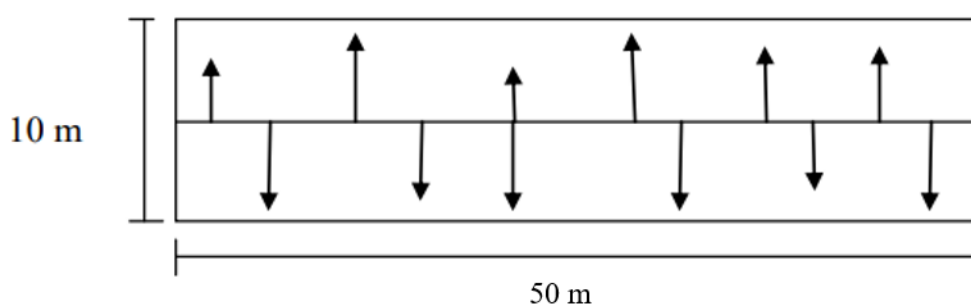
Figura 27. Ubicación de las unidades de muestreo dentro del transecto: subparcelas (Aguirre, 2019) .



7.2.1.1 Perfiles estructurales

Para elaborar los perfiles estructurales horizontal y vertical, se seleccionó uno de los transectos establecidos, con dimensiones de 10 m × 50 m. En el centro del transecto se trazó un eje longitudinal, a partir del cual se midió la distancia horizontal de cada árbol, de izquierda a derecha. Se incluyeron los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 5 cm. Para cada individuo se registró la distancia horizontal respecto al eje central, la altura total del árbol, medida con un clinómetro, así como la forma y el diámetro de la copa. En la figura 28 se demuestra el esquema del transecto para levantar información y elaborar los perfiles estructurales en unidades de muestreo temporales. Para la elaboración del perfil estructural se empleará el software Qgis y Photoshop a partir de la cual se generará una capa de datos vectoriales en formato de puntos que representen la ubicación de los sitios de muestreo, constituyendo la base para el análisis espacial

Figura 28. Diseño del transecto para levantar datos para elaborar los perfiles.



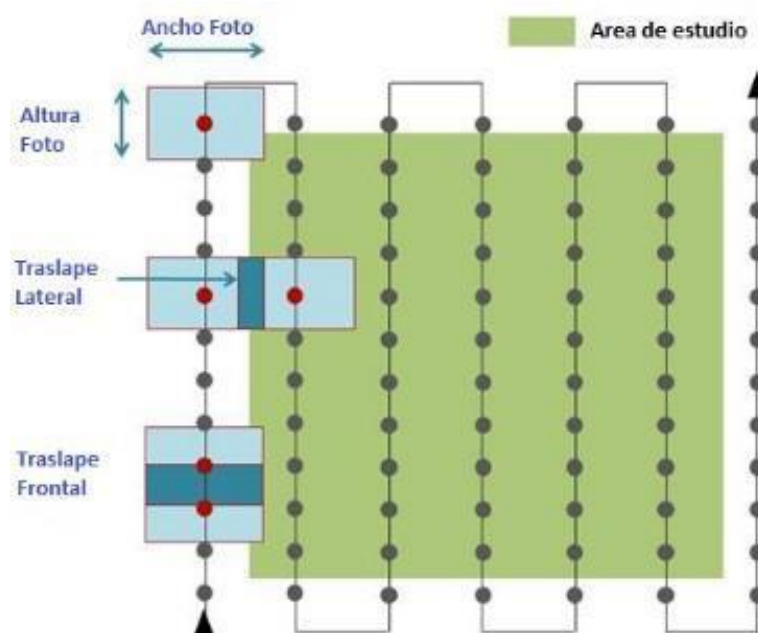
y la posterior representación cartográfica del perfil.

7.2.2 Levantamiento fotogramétrico

Para estimar la cobertura del dosel, se utilizó fotogrametría digital a través de imágenes capturadas con un dron.. Este procedimiento implicó la planificación preliminar de un vuelo fotogramétrico, definiendo trayectorias o rutas específicas

para asegurar una cobertura adecuada (Fig. 29). El levantamiento se llevó a cabo con un dron DJI Mavic 2 Pro, volando a una altitud de 50 m por encima del nivel del dosel, para lo cual se empleó el software DroneDeploy en la planificación de la ruta de vuelo. A lo largo del recorrido se conservó un traslape frontal del 85% y uno lateral del 70% entre las imágenes obtenidas, condición que resultó fundamental para asegurar la continuidad espacial de la información y agilizar el tratamiento posterior de los datos (Metashape, 2025).

Figura 29. Metodología de vuelo por dron fotogramétrico. Fuente: (Issuu, 2022)



El procesamiento fotogramétrico de las imágenes recopiladas incluyó la elaboración de ortomosaicos y modelos digitales de superficie se llevó a cabo mediante el software Agisoft Metashape, siguiendo los parámetros de calidad y alineación sugeridos por el programa.

Figura 31. Trayectoria de vuelo de las parcelas 1 y 2.

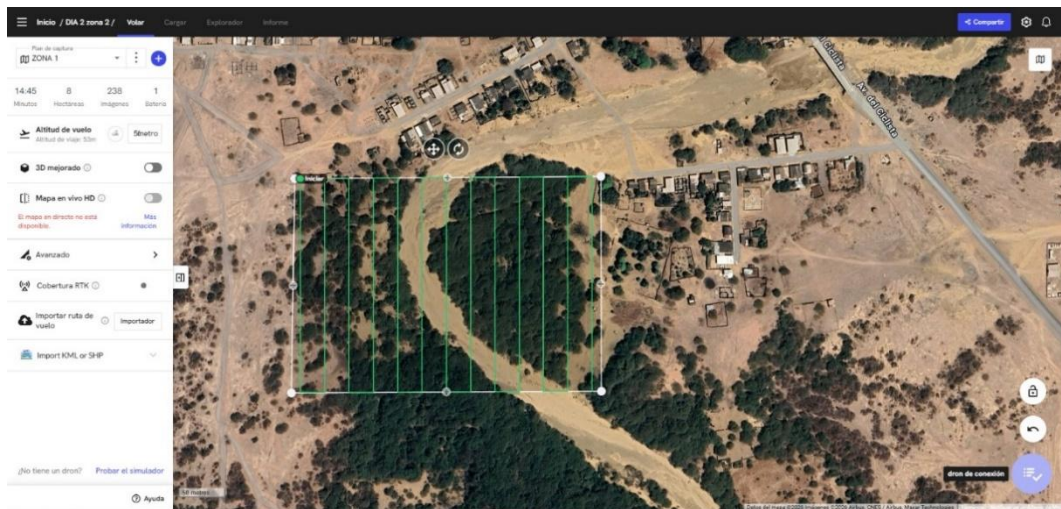
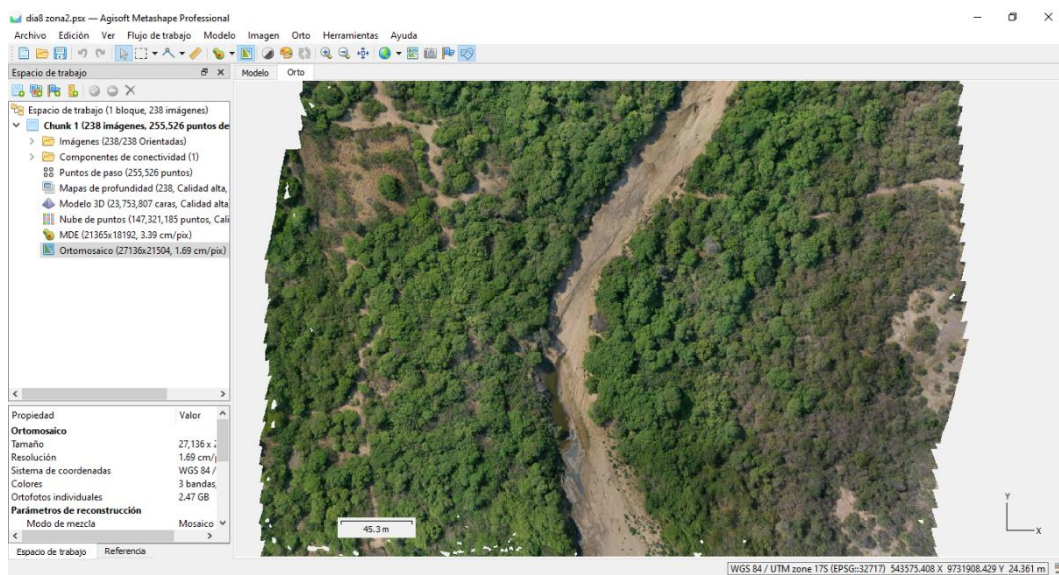


Figura 30. Procesamiento del ortomosaico.

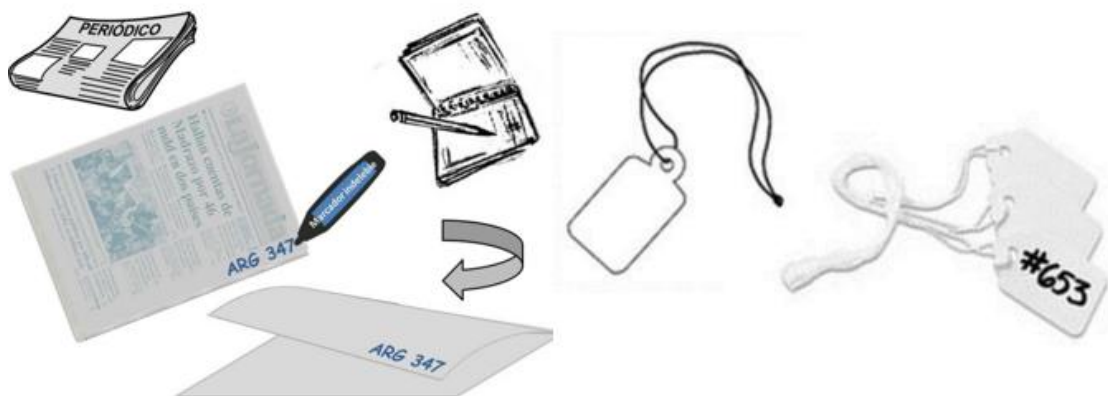


7.2.3 Colecta de muestras botánicas

Aquellas especies que no pudieron ser identificadas *in situ* durante el trabajo de campo fueron colectadas y preservadas en carpetas botánicas de trabajo con el propósito de seguir identificando *ex situ*.

La colecta se realizó tomando plantas con flores y frutos, siempre que haya varios ejemplares de la misma especie, en caso de no encontrarse individuos fértiles, se recolectó ejemplares estériles. En caso de que la planta sea fértil, se elaboró dos duplicados provenientes de la misma planta y con el mismo número de colecta. Si la planta no presenta estructuras reproductivas, únicamente se recolectó un ejemplar. Para la protección y secado se emplea papel periódico. Se colocó la planta en una hoja de periódico doblada a la mitad (aproximadamente de 45 x 30 cm), procurando que todas las partes de la planta queden totalmente extendidas. En el caso de especies carnosas, se realizó cortes longitudinales o transversales que faciliten su desecación. En figura 32 el etiquetado se utilizaron códigos que se anotaran en el papel periódico de cada ejemplar o amarrar etiquetas de cartón e hilo para marcar los ejemplares (Ricker & Rincón, 2013).

Figura 32. Etiquetado de las especies por código (Ricker & Rincón, 2013).



7.2.4 Recolección de datos

Primero se realizó el inventario de las subparcelas correspondientes al estrato herbáceo, con el fin de evitar el daño de los individuos durante el recorrido. Posteriormente se procede al levantamiento de información en las subparcelas del estrato arbustivo y, finalmente, se registra el inventario de todos los individuos con

un $DAP \geq 5$ cm (Aguirre Z, 2019). Las hojas de campo empleadas para el registro de datos en cada transecto son:

Tabla 2. Hoja de campo para toma de datos de los individuos ≥ 5 cm de DAP.

Coordenadas UTM:		Lugar:			
Parcela N°:		Fecha:			
Breve descripción del sitio:					
N°	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	Altura	Observaciones

Tabla 3. Hoja de campo para el registro de datos de arbustos y de hierbas.

Coordenadas UTM:		Lugar:		
Parcela N°:		Fecha:		
N°	Nombre Común	Nombre Científico	Número de individuos	Porcentaje de cobertura

La cobertura vegetal se estimó de forma visual mediante la escala de abundancia-cobertura de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1979; Matteucci, 1982), la cual asigna a cada especie presente en la unidad muestral una categoría según el porcentaje de superficie cubierta.

Tabla 4. Escala de Braun-Blanquet.

Categoría	Valor	% Cobertura	Interpretación
Continuo	5	> 75	Continuo
Interrumpido	4	50-75	Abundante
Disperso	3	25-50	Escaso
Raro	2	15-25	Raro
Muy raro	2	5-15	
Esporádico	1	1-5	
Casi ausente	1	< 1	

7.2.4.1 Matriz de Leopold

La Matriz de Leopold se incorpora en la metodología porque permite relacionar de forma ordenada las actividades antrópicas presentes en la comuna Tugaduaaja con los componentes del bosque seco afectados, especialmente la vegetación. Su organización en una matriz de doble entrada permite reconocer las interacciones entre las actividades evaluadas y los componentes ambientales, así como asignarles un nivel de importancia mediante criterios técnicos previamente definidos. Este planteamiento posibilita contrastar las áreas intervenidas frente a las no intervenidas, dado que las modificaciones en la estructura del bosque y en la composición florística podrían vincularse con actividades como el pastoreo, la tala selectiva y el avance de la frontera agrícola. Su simplicidad, capacidad de replicación y sólido respaldo dentro de los estudios de impacto ambiental sustentan su uso en la presente investigación.

Tabla 5. Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales según componentes ambientales y acciones.

Componentes ambientales (factores)	Desbroce / cambio de uso de suelo		Pastoreo / ganadería extensiva		Extracción de madera y leña		Apertura de caminos y senderos		Construcción y operación de camaroneras		Descarga de efluentes salinos		Monitoreo y muestreo de campo	
	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I
Medio biótico (flora)														
Diversidad y riqueza de especies														
Estructura forestal (dosel y sotobosque)														
Regeneración natural de especies														
Especies endémicas o amenazadas														
Medio biótico (fauna)														
Pérdida o fragmentación de hábitat														
Ahuyentamiento de fauna local														
Medio socioeconómico y cultural														
Generación de conocimiento científico														
Paisaje y valor estético														
Disponibilidad de recursos forestales														

Tabla 6. Criterios de valoración de la magnitud y la importancia.

Tipo de impacto	Magnitud			Importancia		
	Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Negativo	Baja	Baja	−1	Temporal	Puntual	+1
	Baja	Media	−2	Media	Puntual	+2
	Baja	Alta	−3	Permanente	Puntual	+3
	Media	Baja	−4	Temporal	Local	+4
	Media	Media	−5	Media	Local	+5
	Media	Alta	−6	Permanente	Local	+6
	Alta	Baja	−7	Temporal	Regional	+7
	Alta	Media	−8	Media	Regional	+8
	Alta	Alta	−9	Permanente	Regional	+9
	Muy alta	Alta	−10	Permanente	Nacional	+10
Positivo	Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
	Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
	Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
	Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
	Media	Media	+5	Media	Local	+5
	Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
	Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
	Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
	Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
	Muy alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

7.2.5 Fase de laboratorio

La identificación ex situ de los ejemplares botánicos se llevará a cabo con ayuda de un Estereomicroscopio, claves dicotómicas actualizadas y guías de campo (Tabla 8).

Tabla 6. Guías de campo para la identificación de la composición florística.

Nombre	Autor	Año
Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador	De la Torre et al.	2008
Especies forestales de los bosques secos del Ecuador	Zhofre H. Aguirre Mendoza	2012
Flora y fauna del Bosque Seco de la provincia de Loja, Ecuador	Muñoz Johana et al.	2019
Flora representativa del cantón Guayaquil	Municipalidad de Guayaquil	2020
Bosques Secos en Ecuador y su Diversidad	Zhofre Aguirre	2006

7.3 Análisis estadístico

Los datos de campo fueron organizados en una base de datos por especie, parcela/subparcela y muestreo, y procesados mediante estadística descriptiva y análisis de diversidad florística, empleando el lenguaje de programación estadística R.

7.3.1 *Área basal*

El área basal de cada individuo se calculó a partir del DAP mediante la fórmula $AB = \pi (DAP/2)^2$, expresando el resultado en metros cuadrados, la suma de las áreas basales individuales, dividida entre la superficie muestreada, dio como resultado el área basal por hectárea, indicador habitual de la dominancia estructural de un bosque (Husch et al., 2003). De forma análoga, la densidad se obtuvo dividiendo el número de individuos total o por especie— entre el área muestreada, expresada en individuos por hectárea.

7.3.2 *Riqueza de especies (S).*

Se determinó como el número total de especies diferentes registradas en cada unidad y momento de muestreo:

S = número total de especies presentes en la muestra

7.3.2.1 *Índice de riqueza de Margalef (D).*

Este indicador evalúa la riqueza específica, ajustando el número total de especies al tamaño muestral de la comunidad. Los parámetros utilizados son: $\ln$ = logaritmo natural (base e), Donde S representa el número de especies registradas, N corresponde al número total de individuos y D_{mg} es el valor obtenido para el índice. De acuerdo con los valores de referencia, un resultado menor a 2 indica baja riqueza de especies, mientras que un valor superior a 3 corresponde a una riqueza alta. En el presente análisis, este índice permitirá comparar cuáles zonas del estuario presentan un mayor número de especies en proporción al esfuerzo de muestreo, proporcionando una aproximación más realista de la riqueza biológica del área (Marrugan, 2004).

$$D_{Mg} = \frac{(s-1)}{\ln(N)}$$

7.3.3 *Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H').*

Se calculó para estimar la diversidad del estrato herbáceo en cada muestreo, considerando tanto la riqueza como la abundancia relativa de las especies, mediante la fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

Donde $p_i = \frac{n_i}{N}$ es la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos N registrados en la muestra, y S es el número total de especies.

7.3.4 *Índice de diversidad de Simpson (1-D).*

Se utilizó como medida complementaria de diversidad y equidad, expresando la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a especies distintas:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2 ; 1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde p_i representa la proporción de individuos de la especie i respecto al total N . Valores de $1 - D$ cercanos a 1 indican mayor diversidad y equidad entre especies.

7.3.5 *Pielou*

Evaluar la uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies registradas en cada unidad de muestreo, se calculará el índice de equidad de Pielou (J'). Este índice permite complementar el análisis de diversidad, pues expresa el

grado en que las abundancias de las especies se aproximan a una distribución equitativa.

El índice de Pielou se calculará a partir del índice de diversidad de Shannon-Wiener y de la riqueza específica observada, mediante la siguiente expresión:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

7.3.6 *Índices de similitud*

La semejanza en la composición de especies entre parcelas se determinó mediante dos índices cualitativos basados en presencia y ausencia: para comparar la similitud en la composición de especies entre las áreas evaluadas, se utilizaron el índice de Jaccard $I_j = \frac{c}{a + b - c}$ y el índice de Sørensen, $C_s = \frac{2c}{a + b}$, donde a y b son el número de especies presentes en cada una de las dos parcelas comparadas y c es el número de especies comunes a ambas (Jaccard, 1908; Sørensen, 1948). Ambos índices se calcularon para cada par de parcelas. Con los resultados obtenidos se elaboraron matrices de similitud, las cuales permitieron identificar grupos de parcelas con una composición florística semejante dentro del área de estudio.

8 RESULTADOS

Para el procesamiento de los datos se aplicarán los siguientes modelos estadísticos:

8.1 Análisis de perfil estructural horizontal

El análisis de la estructura arbórea en el bosque seco de la Comuna Tugadua (Santa Elena) determinó que, de las seis parcelas evaluadas en el diseño de muestreo, únicamente cuatro (Parcelas 1, 2, 3 y 4) registraron cobertura vegetal arbórea activa, lo que refleja una distribución espacial heterogénea y parches donde la vegetación leñosa está ausente debido a factores ambientales o de intervención antrópica. En cuanto a la composición florística, los resultados obtenidos mostraron un claro predominio del género Neltuma, lo cual refleja una considerable capacidad de estas especies para adaptarse a las condiciones áridas características del área estudiada. En la parcela 1 se observó una composición formada por una sola especie, dado que únicamente se halló *Neltuma juliflora*. La parcela 2, en cambio, presentó una vegetación con mayor variedad, registrándose *Spondias purpurea* en el sector central junto con una situación de codominancia respecto a especies del género *Neltuma*.

En contraste, la parcela 2 mostró una composición vegetal más heterogénea, con presencia de *Spondias purpurea* en el sector central y una condición de codominancia junto con especies del género *Neltuma*. Por su parte, la parcela 4, presentó la mayor riqueza específica entre las unidades de muestreo evaluadas. En esta área se observó la coexistencia de *Neltuma pallida* con especies nativas como *Libidibia glabrata* y *Cynophalla mollis*. Por su parte, la parcela 3 presentó una asociación lineal característica del ecosistema, en la que se registró *Neltuma* junto

con *Vachellia macracantha*. Durante el último día de muestreo, se evidenció que en la parcela 4 el individuo arbóreo de la especie *Cynophalla mollis* había sido talado. Este hallazgo resulta particularmente relevante, debido a que dicha alteración se presentó justamente en una de las parcelas donde previamente no se había registrado intervención antrópica, lo que sugiere un cambio reciente en las condiciones de conservación del área estudiada.

Figura 34. Estructura horizontal de las parcelas 1 y 2.

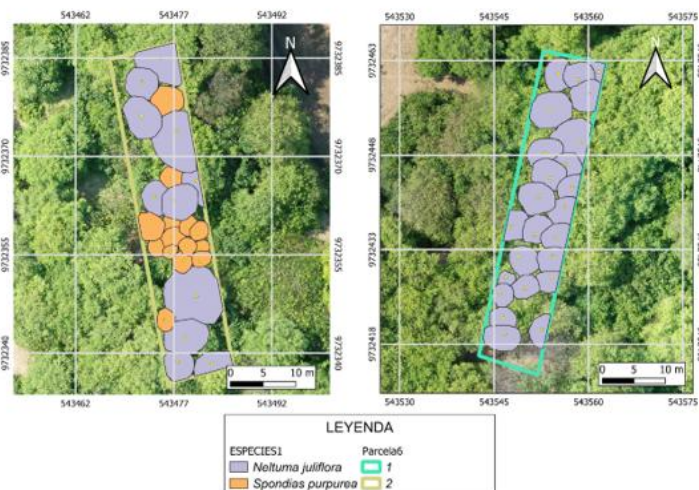


Figura 33. Estructura horizontal de las parcelas 3 y 4.

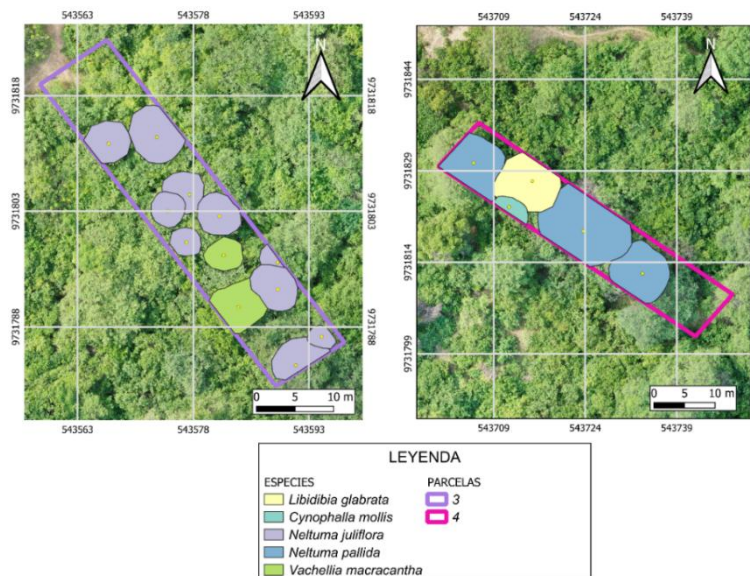


Figura 36. Estructura horizontal de las parcelas 5 y 6.

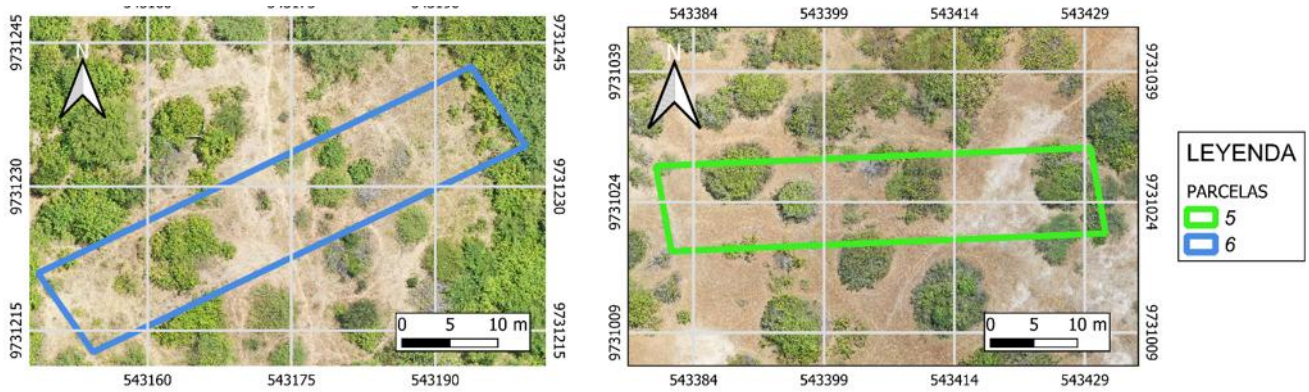
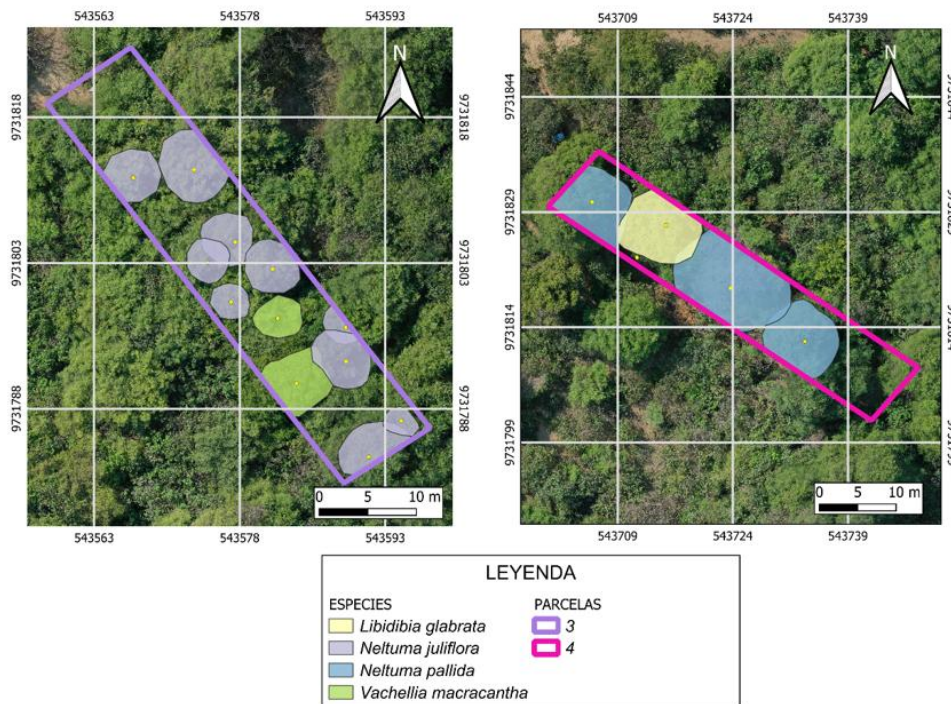


Figura 35. Tala de *Cynophalla mollis* en la parcela 4, último muestreo.



8.2 Estructura Vertical y Altura del Dosel

La arquitectura vertical de la comunidad vegetal, evaluada mediante la variable de altura promedio, reflejó una estratificación diferenciada entre los puntos de muestreo. El estrato superior o dosel más alto se localizó en la Parcela 4,

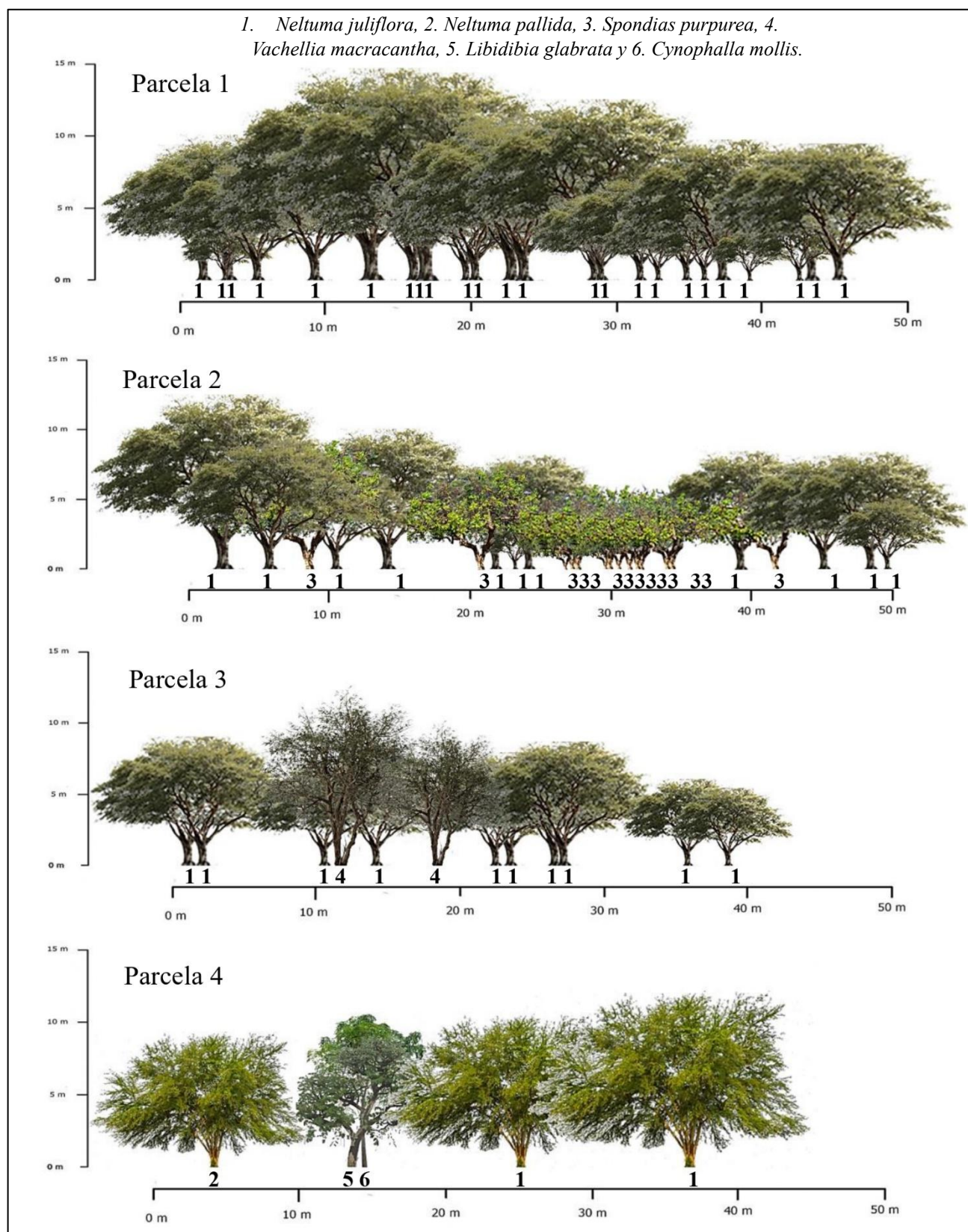
alcanzando una altura promedio de 10.32 m. Las parcelas 1 y 3 mostraron un desarrollo vertical intermedio y homogéneo entre sí, con valores de 8.59 m y 8.27 m, respectivamente. Por el contrario, la Parcela 2, a pesar de su elevada densidad de individuos, presentó la menor altura vertical con un promedio de 6.70 m, lo que evidencia un dosel predominantemente bajo.

El comportamiento fisonómico de la Parcela 4 (baja densidad absoluta de 5 individuos, pero máximos valores de DAP con 41,39 cm y una altura de 10,32 m pueden indicar la presencia de un rodal maduro, una etapa sucesional avanzada o un remanente relictual de bosque no intervenido.

En la parcela 3 se registraron 12 individuos, se obtuvo un DAP promedio de 13,76 cm y una altura media de 8,27 m. Estos datos permiten inferir que podría tratarse de un momento intermedio dentro del proceso sucesional, o bien de un área afectada por una perturbación de intensidad moderada. Si bien su densidad fue inferior a la registrada en los parches de menor edad, el tamaño alcanzado por los individuos indica que existe un proceso de recuperación estructural ya en marcha. Con todo, sus características continúan siendo diferentes a las de la parcela 4, donde se identificaron ejemplares de mayor tamaño.

Además, se elaboró una gráfica comparativa de las alturas de los árboles registrados en cada parcela. En total, se identificaron seis especies: *Neltuma juliflora*, *Neltuma pallida*, *Spondias purpurea*, *Vachellia macracantha*, *Libidibia glabrata* y *Cynophalla mollis*.

Figura 37. Altura de los diferentes arboles encontrados.

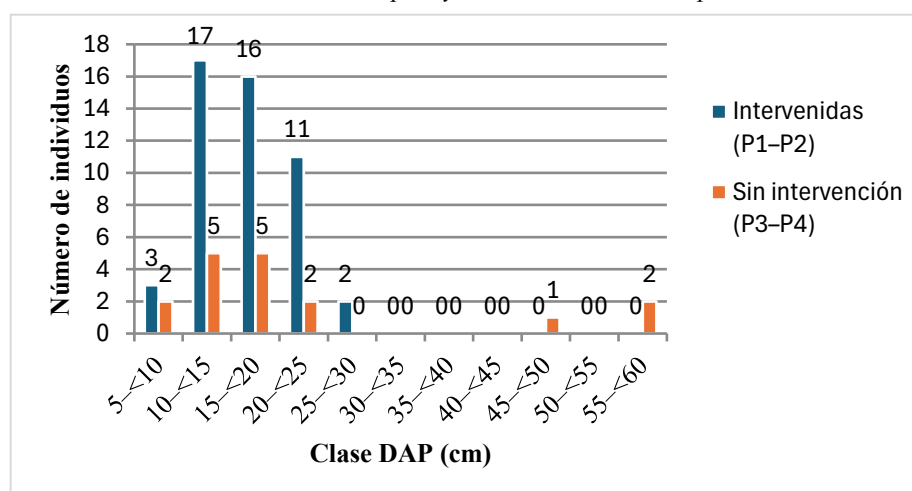


8.2.1 Clases diamétricas

La distribución de clases diamétricas presentó diferencias entre las parcelas intervenidas (P1-P2) y las parcelas sin intervención antrópica (P3-P4). En las parcelas intervenidas se registraron 49 individuos, concentrados principalmente en las clases de 10 a <15 cm y 15 a <20 cm de DAP, con 17 y 16 individuos, respectivamente; estas clases representaron en conjunto el 67,4 % de los individuos registrados. La frecuencia disminuyó en las clases superiores, con 11 individuos entre 20 y <25 cm, 2 individuos entre 25 y <30 cm y ausencia de árboles con DAP mayor a 30 cm. Esta distribución indica predominio de individuos de diámetros pequeños e intermedios.

En las parcelas sin intervención se registraron 17 individuos. Las clases de 10 a <15 cm y 15 a <20 cm presentaron la mayor frecuencia, con 5 individuos cada una. Sin embargo, a diferencia de las parcelas intervenidas, se observaron individuos en las clases diamétricas altas de 45 a <50 cm y 55 a <60 cm, con 1 y 2 individuos, respectivamente. La presencia de estos árboles de mayor diámetro evidencia una estructura diamétrica más amplia y heterogénea en las parcelas sin intervención antrópica.

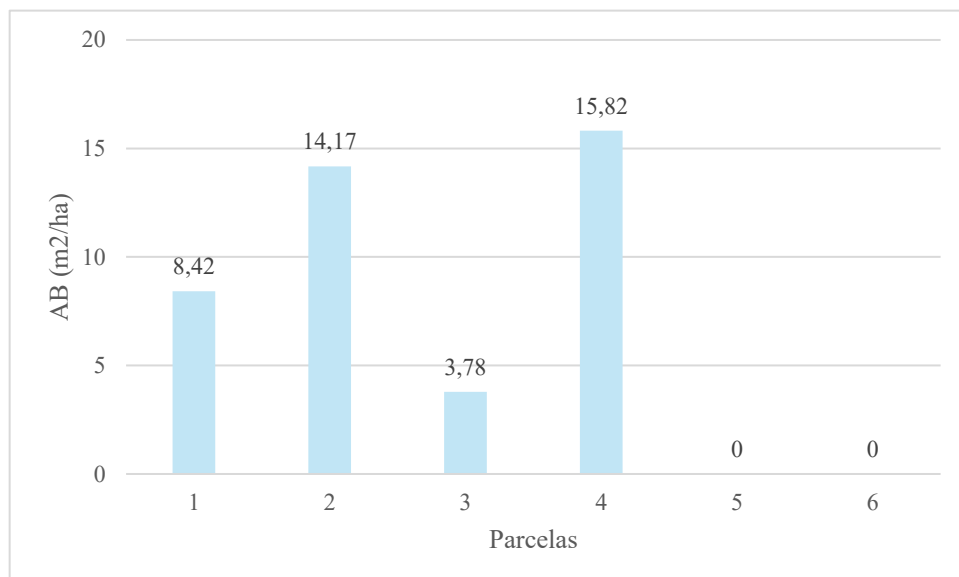
Figura 38. Distribución de individuos por clases diamétricas de DAP en parcelas con intervención antrópica y sin intervención antrópica



8.3 Área basal

La distribución del área basal entre parcelas no fue homogénea. La parcela 4, a pesar de registrar solo 5 individuos, presentó el mayor valor de área basal por hectárea, con 15,82 m²/ha. Este valor fue incluso superior al de la parcela 2, que alcanzó 14,17 m²/ha con un total de 25 individuos. Esto se explica porque en la parcela 4 se midieron los tres fustes de mayor diámetro de todo el inventario los tres individuos de *Neltuma pallida*, con DAP de 49,97 cm, 57,30 cm y 58,76 cm, lo que confirma que la dominancia en términos de área basal no depende únicamente del número de árboles, sino del tamaño de cada individuo. Esta diferencia entre el número de individuos y su aporte al área basal es común en los bosques secos que presentan una estructura irregular.

Figura 39. Área basal de las 6 parcelas.



8.4 Similitud arbórea por parcelas

La similitud de composición entre parcelas se evaluó con los índices de Jaccard y de Sørensen, ambos basados en la presencia o ausencia de especies (no

en su abundancia). Las parcelas 1, 2 y 3 todas dominadas por *Neltuma juliflora* mostraron algún grado de coincidencia entre sí: la mayor similitud se dio entre las parcelas 1 y 2 y entre las parcelas 1 y 3 (Jaccard = 0,50; Sørensen = 0,67 en ambos casos), seguidas por las parcelas 2 y 3 (Jaccard = 0,33; Sørensen = 0,50). En cambio, la parcela 4 no presentó especies en común con las parcelas 1, 2 y 3, por lo que los índices de Jaccard y Sørensen fueron iguales a cero. Este resultado muestra que dentro del área de estudio existen al menos dos grupos florísticos diferentes. El primero está conformado por las parcelas 1, 2 y 3, donde predomina *Neltuma juliflora*. El segundo corresponde a la parcela 4, que presentó una mayor diversidad de especies, aunque una menor densidad de individuos, con presencia de *Neltuma pallida*, *Libidibia glabrata* y *Cynophalla mollis*.

Las parcelas 5 y 6 no presentaron individuos registrados, por lo que su similitud con las parcelas que contenían vegetación fue nula. Al compararlas entre sí, no fue posible calcular los índices de Jaccard y Sørensen, debido a la ausencia total de especies en ambas unidades de muestreo, lo que genera una operación indeterminada. Esta condición no representa un error de muestreo, sino que refleja la heterogeneidad espacial del área de estudio.

Figura 40. Jaccard de especies arbóreas.

Jaccard	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	—	0,500	0,500	0,000	0,000	0,000
P2	0,500	—	0,333	0,000	0,000	0,000
P3	0,500	0,333	—	0,000	0,000	0,000
P4	0,000	0,000	0,000	—	0,000	0,000
P5	0,000	0,000	0,000	0,000	—	N/A
P6	0,000	0,000	0,000	0,000	N/A	—

Figura 41. Sorensen de especies arbóreas.

Sorensen	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	—	0,667	0,667	0,000	0,000	0,000
P2	0,667	—	0,500	0,000	0,000	0,000
P3	0,667	0,500	—	0,000	0,000	0,000
P4	0,000	0,000	0,000	—	0,000	0,000
P5	0,000	0,000	0,000	0,000	—	N/A
P6	0,000	0,000	0,000	0,000	N/A	—

8.5 Diversidad, dominancia y equidad arbórea

Considerando la comunidad completa (las seis parcelas, 66 individuos y 6 especies), el índice de Shannon-Wiener arrojó un valor de $H' = 0,9635$. De acuerdo con la escala de referencia utilizada para el índice de Shannon, los valores inferiores a 1,5 indican diversidad baja; los valores entre 1,5 y 3,5 corresponden a diversidad media; y los superiores a 3,5 reflejan diversidad alta. Con base en este criterio, el área evaluada presenta una diversidad baja. Este dato está asociado a la fuerte dominancia de *Neltuma juliflora*, puesto que, cuando gran parte de los individuos pertenece a una única especie, el valor del índice tiende a disminuir, aun cuando existan otras especies presentes.

Dicha interpretación queda respaldada por el índice de Simpson. El valor de dominancia obtenido ($D = 0,5133$) muestra que hay más de un 51% de probabilidad de que dos individuos elegidos al azar sean de la misma especie, en este caso, sobre todo *Neltuma juliflora*. Por su parte, el índice complementario de Simpson ($1-D = 0,4867$) indica una diversidad moderada. Finalmente, la equidad de Pielou ($J' = 0,5377$) evidencia una distribución poco uniforme de los individuos entre las seis especies registradas, considerando que un valor cercano a 1 representa una comunidad con abundancias equitativas.

Tabla 7. Índices ecológicos

Índice	Valor
Shannon-Wiener (H')	0,9635
Simpson — dominancia (D)	0,5133
Simpson — diversidad (1-D)	0,4867
Equidad de Pielou (J')	0,5377
Margalef (Dmg)	1,1934

8.5.1 Comparación de índices ecológicos por parcelas arbórea.

La parcela 1 (24 individuos, todos de *Neltuma juliflora*) representa el caso extremo de dominancia dentro del muestreo: al tratarse de una comunidad monoespecífica, el índice de Shannon toma su valor mínimo posible ($H' = 0,000$) y el de Simpson su valor máximo ($D = 1,000$; $1-D = 0,000$), ambos límites teóricos que solo se alcanzan cuando toda la abundancia se concentra en una única especie. La equidad de Pielou no pudo calcularse en este caso, ya que su fórmula exige más de una especie para tener sentido matemático.

La parcela 2 (25 individuos, 2 especies) mostró el comportamiento opuesto entre las unidades con datos: aunque su riqueza también es baja, la abundancia está casi equilibrada entre *Neltuma juliflora* y *Spondias purpurea* (11 y 14 individuos), lo que produjo la equidad de Pielou más alta del estudio ($J' = 0,990$) y una dominancia de Simpson moderada ($D = 0,507$). Este resultado indica que, pese a contar con solo dos especies, ninguna de ellas domina de forma marcada sobre la otra.

La parcela 3, con la misma riqueza que la parcela 2 pero una distribución más desigual entre sus dos especies (10 individuos de *N. juliflora*, en comparación con los dos individuos registrados de *Vachellia macracantha*.), presenta un Shannon menor ($H' = 0,451$) y una dominancia de Simpson mayor ($D = 0,722$) que

la parcela 2, así como una equidad de Pielou considerablemente más baja ($J' = 0,650$). La comparación entre ambas parcelas evidencia que la riqueza de especies, por sí sola, no permite describir completamente la diversidad de una comunidad. La distribución de los individuos entre las especies también influye de manera importante en los valores de los índices de diversidad.

Aunque la parcela 4 registró únicamente cinco individuos, presentó los valores más altos de diversidad durante el muestreo. El índice de Shannon fue de $H' = 0,950$, el índice complementario de Simpson alcanzó un valor de $1 - D = 0,560$ y el índice de Margalef registró el valor más elevado, con $Dmg = 1,243$.

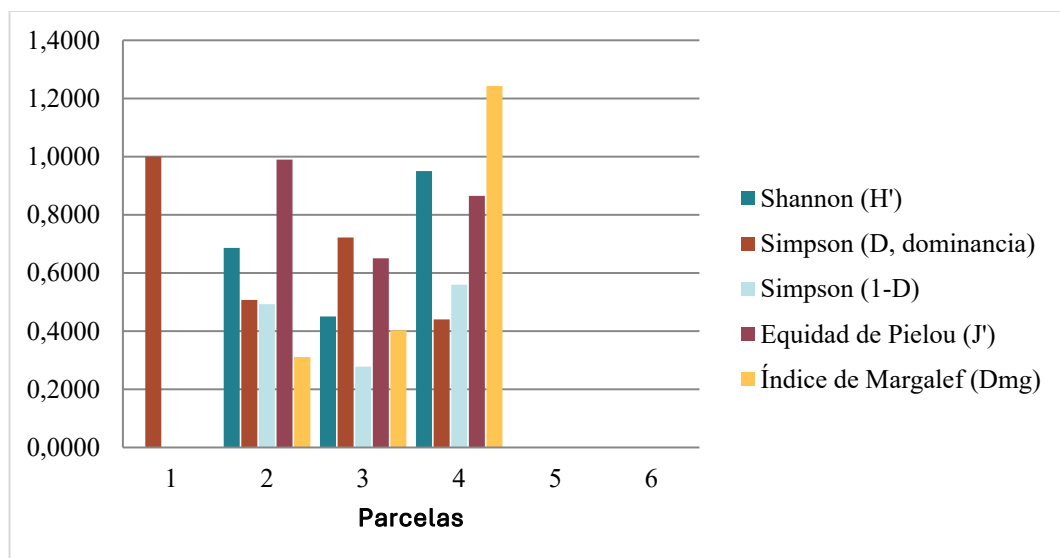
Este resultado debe interpretarse con cautela, ya que Margalef compensa el efecto del tamaño de muestra y favorece a parcelas con pocos individuos, pero alta proporción de especies distintas entre sí; por esa razón su valor conviene leerlo siempre junto con la riqueza absoluta (apenas 3 especies) y no de forma aislada, para evitar sobreestimar la diversidad real de esta unidad de muestreo.

Las parcelas 5 y 6 no registraron individuos arbóreos que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos, por lo que fueron excluidas del cálculo de los cinco índices de diversidad. Esta ausencia de vegetación medible no representa un valor de diversidad igual a cero, sino una condición diferente: áreas sin cobertura arbórea registrada que no pueden compararse matemáticamente con las parcelas donde sí se encontraron árboles.

En conjunto, los cinco índices muestran que la diversidad no fue uniforme dentro del área evaluada. Las diferencias observadas se relacionan principalmente

con la distribución de los individuos entre las especies presentes y, en menor medida, con el número total de individuos registrados. Las parcelas de mayor abundancia (1 y 2) no son las más diversas, mientras que la de menor abundancia (parcela 4) concentra la mayor heterogeneidad específica; este patrón es habitual en bosques secos tropicales con dominancia puntual de especies pioneras, como es el caso de *Neltuma juliflora* en el área de estudio.

Figura 42. Índices ecológicos de árboles por parcela.

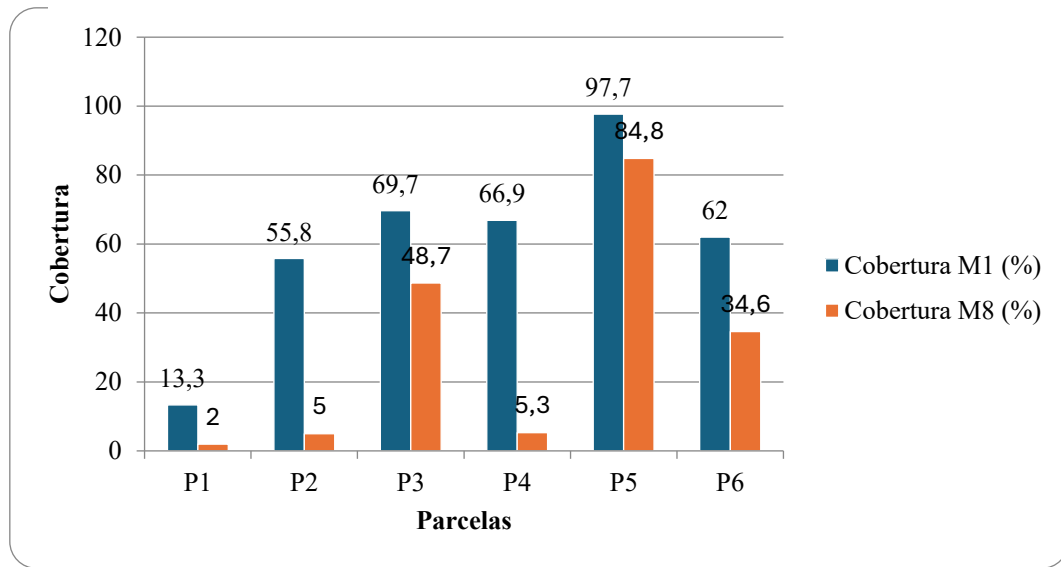


8.6 Comparación de cobertura herbácea entre el primer y el último muestreo

Todas las parcelas perdieron cobertura herbácea entre el muestreo 1 y el 8. En lo referente a la cobertura vegetal, su mediana se redujo de 64,5% a 20%, es decir, una disminución del 69% frente al valor inicial. No obstante, este patrón varió entre las parcelas analizadas. El descenso más significativo tuvo lugar en la parcela 4, con una baja de 61,6 puntos porcentuales, seguida por la parcela 2, cuya cobertura cayó 50,8 puntos. La parcela 1, por su parte, presentó una disminución de alrededor del 85%, lo que pone de manifiesto un deterioro importante del componente

herbáceo. Sin embargo, la parcela 5 presentó el menor cambio, con una reducción de 12,9 puntos porcentuales, y fue la única que mantuvo la categoría 5 de Braun-Blanquet, correspondiente a una cobertura continua.

Figura 43. Comparación de cobertura vegetal del muestreo 1 y 8.



En lo que respecta la densidad de individuos, la cobertura el valor mediano pasó de 36,3 a 15,0 individuos. La que tiene menos mediana es la parcela 2, cuyo valor cayó de 32 a 3 individuos, y en la parcela 4, donde la densidad se redujo de 34,3 a 4,7 individuos.

En contraste, la riqueza de especies se mantuvo relativamente estable, con una mediana que pasó de 4,5 a 4 especies. Las parcelas 3, 5 y 6 no registraron pérdida de especies. Estos resultados sugieren que el proceso afectó principalmente la abundancia y el estado de las poblaciones, más que la composición florística. Es decir, las especies aún se encuentran presentes, pero con un número reducido de individuos.

Tabla 8. Comparación es especies encontradas del M1 y M8.

Parcela	Individuos M1	Individuos M8	Riqueza M1	Riqueza M8
P1	6	0.3	3	2
P2	32	3	4	2
P3	38.3	25.3	6	6
P4	34.3	4.7	4	3
P5	106	92.3	5	5
P6	47	25.7	5	5
<i>Mediana</i>	<i>36.3</i>	<i>15</i>	<i>4.5</i>	<i>4</i>

8.7 Riqueza de herbácea

La riqueza fue baja y homogénea (3–6 especies por parcela, media 4.5), típica de comunidades herbáceas de zonas secas o intervenidas. P3 fue la más rica (6 spp.) y P1 la más pobre (3 spp.).

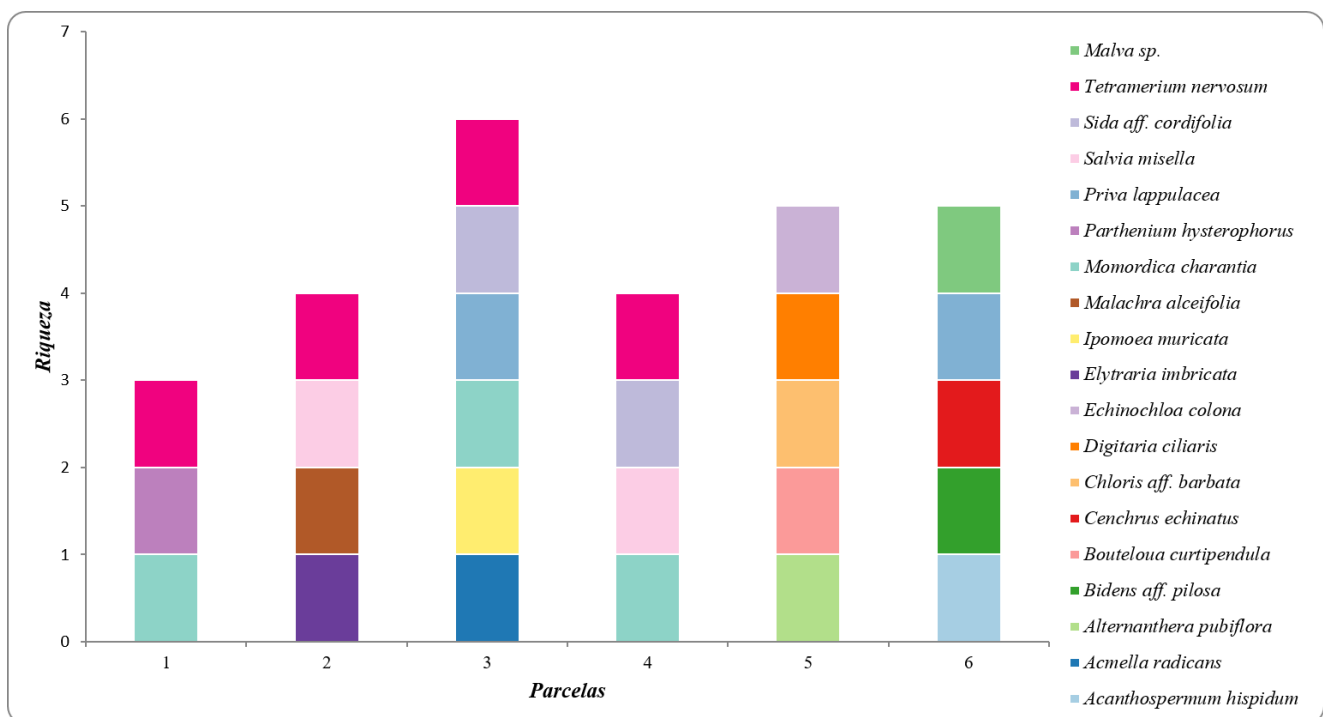
La especie registrada con mayor frecuencia fue *Tetramerium nervosum*, presente en 4 de las 6 parcelas evaluadas (66,7 %). Le siguió *Momordica charantia*, observada en 3 parcelas (50 %). Por su frecuencia, ambas pueden considerarse especies representativas del área de estudio. En contraste, 12 de las 19 especies registradas (63 %) estuvieron presentes en una sola parcela, lo que evidencia una alta proporción de especies poco frecuentes y una marcada heterogeneidad en la composición vegetal entre parcelas.

La parcela 5 presentó una composición particular, ya que estuvo dominada por gramíneas como *Bouteloua curtipendula*, *Chloris aff. barbata*, *Digitaria ciliaris* y *Echinochloa colona*, además de *Alternanthera pubiflora*. Esta parcela no compartió especies con las demás áreas evaluadas. La presencia de esta cobertura graminoide

explica su elevada cobertura vegetal (97,7 %) y su menor pérdida entre los momentos de muestreo M1 y M8.

La parcela 6 también mostró una composición diferente, con especies asociadas a ambientes intervenidos, como *Acanthospermum hispidum*, *Cenchrus echinatus* y *Bidens aff. pilosa*. Asimismo, el registro de *Parthenium hysterophorus*, *Cenchrus echinatus* y *Acanthospermum hispidum*, especies ruderales e invasoras, sugiere un nivel importante de intervención antrópica en el área de estudio.

Figura 44. Riqueza herbácea de cada parcela.



8.8 Similitud herbácea entre parcelas

Ambos índices coinciden en el patrón general, aunque Sørensen arroja valores más altos porque pondera doble las especies compartidas, de modo que el ordenamiento de los pares resulta idéntico y da consistencia al resultado, en conjunto, la similitud entre parcelas es baja, con un promedio de Jaccard de apenas ~12,9 % entre pares y ningún par que supere el 43 %, lo cual indica que las parcelas comparten muy pocas especies entre sí y que la comunidad herbácea del sitio es marcadamente heterogénea a escala espacial (alta diversidad beta), dentro de este panorama se distinguen tres grupos: un núcleo formado por P1, P2, P3 y P4, único conjunto con afinidad real, unido por *Tetramerium nervosum* y *Momordica charantia*, donde el par más similar es P3–P4 (Jaccard 42,9 %, Sorensen 60 %), seguido de P1–P4 (40 % / 57,1 %), y en el que P4 actúa como parcela "puente" al ser la única que presenta similitud mayor a 0 % con todas las demás del grupo; P6, ligada al grupo anterior solo de manera marginal a través de *Priva lappulacea* con P3 (10 % / 18,2 %) y por lo demás aislada del resto y P5, con similitud del 0 % frente a todas las parcelas, sin compartir ninguna especie con ninguna otra, lo que la convierte en un caso florísticamente único (un parche exclusivamente graminoide), esta alta diversidad beta sugiere que microcondiciones locales, humedad, textura del suelo, historia de disturbio o pastoreo controlan la composición más que un gradiente continuo, y que el muestreo capturó al menos tres ambientes herbáceos distintos dentro del área de estudio.

Tabla 9. Comparación de similitud de especies herbáceas.

Par	Jaccard (%)	Sørensen (%)
P3–P4	42.9	60.0
P1–P4	40.0	57.1
P2–P4	33.3	50.0
P1–P3	28.6	44.4
P1–P2	16.7	28.6
P2–P3	11.1	20.0
P3–P6	10.0	18.2

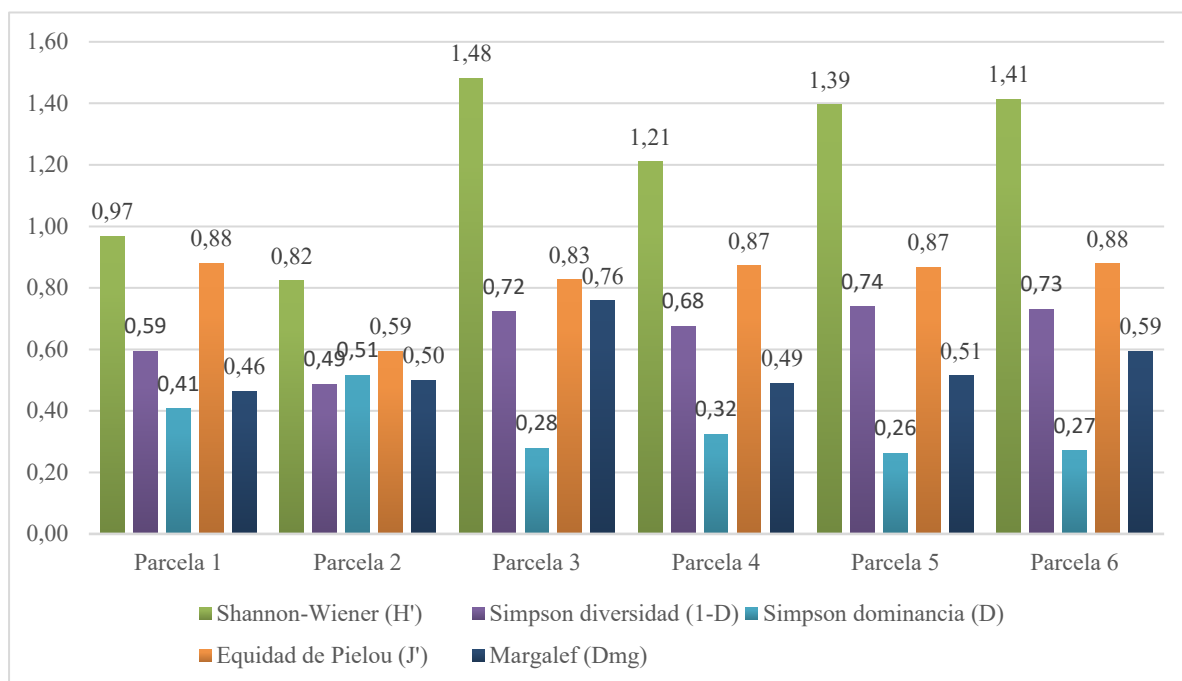
8.9 Comparación de índices ecológicos por parcelas herbácea

Se compararon las seis parcelas permanentes mediante una síntesis integrada de los ocho muestreos y las tres subparcelas de 1 m² por parcela. Para Shannon-Wiener (H'), Simpson (D y $1-D$) y equidad de Pielou (J') se utilizó la cobertura vegetal relativa de cada especie.

La parcela 3 presentó la mayor riqueza específica ($S = 6$), el mayor índice de Shannon-Wiener ($H' = 1,48$) y el mayor valor de Margalef ($Dmg = 0,76$), lo que indica que fue la parcela con mayor diversidad integrada de especies durante el período evaluado; por su parte, la parcela 5 registró la mayor cobertura vegetal media (91,1 %), el mayor valor de diversidad de Simpson ($1 - D = 0,74$) y la menor dominancia ($D = 0,26$), evidenciando una distribución de cobertura relativamente menos concentrada entre las especies. La parcela 6 presentó los valores más elevados de diversidad, con un índice de Shannon-Wiener de $H' = 1,41$, un índice de Simpson de $1 - D = 0,73$ y una equidad de Pielou de $J' = 0,88$. La parcela 4 también mostró una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas ($J' = 0,87$), aunque su riqueza y diversidad fueron inferiores a las observadas en las parcelas 3, 5 y 6.

En contraste, la parcela 2 registró los valores más bajos de Shannon-Wiener ($H' = 0,82$), diversidad de Simpson ($1 - D = 0,49$) y equidad de Pielou ($J' = 0,59$). Además, presentó la mayor dominancia ($D = 0,51$), lo que indica que la cobertura se concentró principalmente en una o pocas especies. Por otro lado, la parcela 1 presentó la menor cobertura vegetal media (5,8 %) y la menor riqueza específica ($S = 3$); sin embargo, su valor de equidad fue alto ($J' = 0,88$), lo que sugiere una distribución relativamente homogénea entre el reducido número de especies registradas.

Tabla 10. Índices ecológicos de hierbas por parcela.



8.10 Matriz de Leopold

Ambas matrices analizaron 63 interacciones entre actividades antrópicas y componentes ambientales; por esta razón, la comparación se orientó hacia la

magnitud y el sentido de los impactos, más que al número de interacciones registradas.

En las zonas intervenidas, la sumatoria de impactos fue de -1.082 , con un promedio de $-17,2$, lo que evidencia una presión antrópica más intensa y acumulativa. El 93,7 % de las interacciones presentó efectos negativos, asociados principalmente con actividades como el desbroce, pastoreo, extracción de madera, apertura de caminos, presencia de camaroneras y descarga de efluentes. Estas acciones afectan de manera conjunta a la flora, fauna, paisaje y disponibilidad de recursos forestales. En las zonas no intervenidas, la sumatoria de -579 indica que también existen impactos ambientales, aunque de menor magnitud. Las 12 interacciones positivas se relacionan principalmente con actividades de monitoreo y generación de conocimiento científico, sin que ello implique una compensación de los efectos ecológicos negativos identificados.

Tabla 11. Comparación de los resultados de la Matriz de Leopold.

Indicador	Zonas intervenidas	Zonas no intervenidas
N.º total de interacciones	63	63
N.º de impactos negativos	59	51
N.º de impactos positivos	4	12
Sumatoria algebraica total ($\Sigma M \times I$)	-1.082	-579
Promedio por interacción	$-17,2$	$-9,2$
Factor más afectado	Pérdida o fragmentación de hábitat	Especies endémicas o amenazadas y pérdida/fragmentación de hábitat
Acción de mayor incidencia	Construcción y operación de camaroneras	Construcción y operación de camaroneras

8.10.1 *Respaldo bibliográfico de las principales interacciones*

Cabe mencionar que, en un estudio realizado en bosques secos tropicales del sur de Ecuador, (Benítez et al,2024) hallaron que los bosques naturales contaban con una mayor riqueza de líquenes y briófitas en comparación con los bosques seminaturales. En este sentido, los autores relacionaron dicha disminución con la reducción de la densidad y diversidad de árboles, así como con prácticas como la tala selectiva. Además, la perturbación influyó de manera significativa en la composición de especies. Por lo tanto, estos hallazgos respaldan la valoración negativa de actividades como el desbroce y la extracción de madera, ya que estas repercuten sobre la diversidad biológica, la estructura del bosque y los procesos de regeneración natural.

La fragmentación del hábitat también tiene consecuencias directas sobre la fauna. Estudios realizados en distintos continentes han mostrado que la reducción del área disponible, el aislamiento de los fragmentos y el incremento de los efectos de borde disminuyen la riqueza de especies, afectan la persistencia de las poblaciones y alteran funciones ecológicas esenciales. En los estudios analizados, la riqueza de especies se redujo entre 20 % y 75 % después de la fragmentación (Haddad et al., 2015). Por ello, una magnitud negativa alta para pérdida o fragmentación de hábitat es coherente cuando existen caminos, desbroce o infraestructura que interrumpen la continuidad del bosque.

La literatura sobre acuicultura registra que el alimento no consumido, las excretas y el recambio de agua pueden aumentar la carga de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, con efectos sobre la calidad del agua y hábitats receptores. Un estudio en

un humedal costero identificó que la intensidad del efecto depende de la ubicación, el manejo, la densidad de cultivo y el tratamiento del efluente (Ghodrati et al., 2022). Esto sustenta una importancia alta para la operación de camaroneras y la descarga de efluentes, pero no prueba por sí solo una contaminación medida en Tugadua.

Un estudio de zonas costeras de Bangladesh documentó que el traslado de agua salina mediante canales y la conversión a camaroneras intensificaron la salinización de predios vecinos y se asociaron con reducción de productividad agrícola y cambios en servicios ecosistémicos (Islam et al., 2023). Aunque ese caso no corresponde a Ecuador, aporta evidencia del mecanismo que justifica considerar la descarga de efluentes salinos como una presión potencial relevante sobre suelo, vegetación y usos locales.

La FAO señala que los efluentes de estanques camaroneros pueden contener sedimentos, materia orgánica, alimento no consumido, excretas, fertilizantes y compuestos nitrogenados. También advierte que la calidad ambiental costera depende de múltiples fuentes de contaminación y de las condiciones de manejo (FAO, s. f.). En consecuencia, la matriz permite sustentar una presión potencial alta, pero la confirmación de un efecto químico local requeriría análisis de agua, suelo o conductividad.

9 DISCUSIONES

Para comparar los resultados con investigaciones realizadas en Ecuador, es importante considerar las actualizaciones taxonómicas de algunas especies. En varios estudios se utilizan los nombres *Prosopis juliflora*, *Acacia macracantha*, *Caesalpinia glabrata* y *Capparis mollis*, que corresponden actualmente a *Neltuma juliflora*, *Vachellia macracantha*, *Libidibia glabrata* y *Cynophalla mollis*, respectivamente.

La comunidad arbórea de Tugaduaja presentó una riqueza baja, con seis especies registradas, un índice de Shannon de $H' = 0,9635$ y una equidad de Pielou de $J' = 0,5377$. Estos valores indican que la abundancia se concentró en pocas especies, especialmente en *N. juliflora*, presente principalmente en las parcelas 1, 2 y 3. Un patrón similar se ha observado en Loma Alta, Santa Elena, donde (Astudillo Sánchez et al. 2019) registraron valores de Shannon entre 0,94 y 1,95 por transecto, además de una mayor dominancia en el bosque seco respecto a otras formaciones vegetales de la reserva. Sin embargo, la equidad de Chanduy fue menor que la de los bosques perturbado (0,705) y poco perturbado (0,819) de El Limoncito, Santa Elena, resultado compatible con un marcado desequilibrio en la abundancia de especies (Mendoza Bermúdez, 2011). Estas comparaciones deben interpretarse con cautela debido a las diferencias en tamaño de parcela y diámetro mínimo de inclusión.

La dominancia de *N. juliflora* puede relacionarse con su condición de especie heliófita, de rápido crecimiento y afinidad por suelos aluviales profundos, atributos que favorecen su establecimiento en ambientes abiertos (Guía dendrológica del MAE). Por un lado, la condición monoespecífica de la parcela 1, junto con la mayor abundancia registrada en las parcelas 1, 2 y 3, apunta hacia una estructura vegetal simplificada. No obstante, debido a la ausencia de registros históricos, este patrón no puede atribuirse únicamente a procesos de perturbación.

Por otro lado, la parcela 4 mostró una mayor dominancia estructural. Si bien solo se registraron cinco individuos, esta parcela alcanzó el valor más alto de área basal (15,82 m²/ha), el mayor DAP máximo (58,76 cm) y una altura media de 10,32 m. En consecuencia, estos resultados dejan en claro que la importancia estructural de una parcela no depende únicamente del número de individuos, sino también de las dimensiones de los fustes. Asimismo, en Colonche, Santa Elena, el estrato superior de 8,8–13,2 m reunió solo 11 de 385 individuos, en tanto que el estrato medio de 4,5–8,7 m concentró 216 individuos (Pardo-Reyes y Cabrera, 2023); de este modo, P4 se ubica dentro del estrato superior, mientras que P2 (6,70 m) corresponde al estrato medio. Por lo tanto, los individuos de *N. pallida* presentes en P4 pueden considerarse remanentes de relevancia estructural. La tala reciente de *C. mollis* incrementa su importancia de conservación, pues la especie es aprovechada como leña, carbón, postes y forraje caprino (Guía dendrológica del MAE).

La similitud nula entre P4 y las parcelas dominadas por *N. juliflora*, junto con la baja similitud entre parcelas herbáceas, evidencia un mosaico florístico a pequeña escala. Esta heterogeneidad es consistente con Loma Alta, donde el bosque seco tuvo la mayor diversidad beta de Whittaker ($\beta_w=1,78$) entre los tipos de bosque evaluados (Astudillo-Sánchez et al., 2019). El recambio de especies puede asociarse con micro variaciones de suelo, humedad, exposición, perturbación o aprovechamiento, hipótesis que requerirían medición específica. La presencia de *L. glabrata* en la parcela 4 coincide con los resultados obtenidos en Loma Alta, donde esta especie fue poco frecuente y se registró un solo individuo (Astudillo-Sánchez et al., 2019).

En el estrato herbáceo, la cobertura mediana disminuyó de 64,5 % a 20 %, acompañada de una reducción en la densidad, mientras que la riqueza se mantuvo cercana a cuatro especies por parcela. Este comportamiento indica una disminución en la abundancia y el vigor de la vegetación, más que un reemplazo inmediato de especies. La estacionalidad y el pastoreo podrían estar relacionados con esta tendencia; sin embargo, estos factores no fueron evaluados de forma independiente en Chanduy.

En Zapotillo, Loja, las parcelas libres de ganado caprino presentaron coberturas superiores en un 38,26% durante el verano y en un 41,17% durante el invierno, en comparación con las parcelas abiertas (Rodríguez Ossa, 2006). En ese mismo estudio se identificó a *Tetramerium nervosum* entre las herbáceas no consumidas por las cabras, lo cual podría explicar su persistencia en cuatro parcelas de Chanduy; asimismo, esta especie resultó ser la herbácea de mayor importancia ecológica dentro del bosque seco de Bramaderos, Loja, con un IVI de 28,32% (Jaramillo-Díaz et al., 2018).

Por su parte, la parcela 5 corresponde a un parche herbáceo dominado por gramíneas, que se distingue del resto de las parcelas por su elevada cobertura vegetal (97,7%) y por la ausencia de especies en común.. Un patrón similar fue registrado en la isla Santay, Guayas, donde un herbazal cercano al bosque seco presentó baja diversidad y una composición distinta a la vegetación adyacente (Morán Pilay, 2020). En general, Tugaduaja conserva especies características del bosque seco, aunque presenta dominancia y señales de intervención.

10 CONCLUSIONES

- El estrato arbóreo estuvo conformado por 66 individuos y seis especies, con predominio de *Neltuma juliflora* en las parcelas 1, 2 y 3, mientras que la parcela 4 presentó una composición diferenciada, integrada por *Neltuma pallida*, *Libidibia glabrata* y *Cynophalla mollis*. En el estrato herbáceo se identificaron 19 especies, con una riqueza de 3 a 6 especies por parcela; *Tetramerium nervosum* fue la especie más frecuente, y la presencia de especies ruderales como *Parthenium hysterophorus*, *Cenchrus echinatus* y *Acanthospermum hispidum* evidenció condiciones locales de alteración.
- Los perfiles obtenidos mediante parcelas temporales evidenciaron una estructura horizontal y vertical heterogénea. De las seis parcelas evaluadas, solo cuatro presentaron cobertura arbórea, mientras que las parcelas 5 y 6 no registraron individuos arbóreos. La parcela 4 presentó la mayor complejidad estructural. Aunque registró una menor densidad de individuos, alcanzó el valor más alto de área basal, con 15,82 m²/ha, además de un DAP máximo de 58,76 cm y una altura promedio de 10,32 m. Estos resultados indican la presencia de árboles de mayor tamaño.
- Los índices ecológicos mostraron que la comunidad arbórea presentó baja diversidad y una marcada dominancia de pocas especies. Esta condición se reflejó en el índice de Shannon-Wiener, cuyo valor fue de $H' = 0,9635$., Simpson de 0,5133 y equidad de Pielou de 0,5377. La similitud florística fue baja entre parcelas, especialmente porque la parcela 4 no compartió especies con las parcelas 1, 2 y 3, y el estrato herbáceo presentó un Jaccard promedio

aproximado de 12,9 %. La reducción de la cobertura herbácea de 64,5 % a 20 %, la tala observada de *Cynophalla mollis*, la presencia de especies ruderales y la valoración mediante la matriz de Leopold permite concluir que el área presenta sectores con intervención alta, moderada y zonas no intervenidas, las cuales influyen en la composición, cobertura y estructura de la vegetación.

11 RECOMENDACIONES

- Establecer parcelas permanentes de monitoreo a largo plazo. Se sugiere delimitar y georreferenciar parcelas permanentes que permitan dar seguimiento interanual a la dinámica poblacional de *Neltuma juliflora*, *Neltuma pallida*, *Vachellia macracantha*, *Libidibia glabrata*, *Cynophalla mollis* y *Spondias purpurea*, para determinar tasas de crecimiento, reclutamiento y mortalidad, e identificar si la dominancia del algarrobo se mantiene, aumenta o disminuye en el tiempo.
- Evaluar el potencial de dominancia y expansión de *Neltuma juliflora*. Se recomienda realizar estudios específicos sobre la dinámica de expansión de esta especie (regeneración natural, banco de semillas, dispersión), dado su comportamiento colonizador ampliamente documentado en bosques secos de la costa ecuatoriana, con el fin de valorar su efecto sobre la coexistencia de especies nativas de menor abundancia como *Cynophalla mollis*, *Libidibia glabrata* y *Spondias purpurea*.
- Incluir variables ambientales y de perturbación antrópica como la topografía, edafología, microclima. Se sugiere incorporar en próximos estudios variables como tipo de suelo, pendiente, distancia a caminos o a zonas de pastoreo, con el fin de explicar con mayor precisión los patrones de distribución agregada observados y su posible relación con la actividad de la comuna Tugaduaia.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre. (2019). *Métodos para medir la Biodiversidad. Primera Edición. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.* Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6c28fcac-b882-4548-b6a5-1f1c30ea14ad/content>
- Aguirre Mendoza, Z. B. (2013). Obtenido de Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. *Avances*, 15(2).: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5350870.pdf>
- Aguirre Mendoza, Z. C. (2021). Obtenido de Composición florística y estructura de un remanente de bosque seco en la Estación Experimental Zapotepamba, Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 97–112.: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/877>
- Aguirre Mendoza, Z. H. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador: Guía dendrológica para su identificación y caracterización.* Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d518584f-7544-49a6-8db8-d623803dc5a1/content>
- Aguirre, Z. (2006). *Bosques secos en Ecuador y su diversidad.* Obtenido de <https://beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2011.pdf>
- Aguirre, Z., & Medina, B. (2013). Obtenido de Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito. pp 154-: <https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/09/LE>
- Bayer, C. F. (1999). *upport for an expanded family concept of Malvaceae within a recircumscribed order Malvales: a combined analysis of plastid atpB and rbcL DNA sequences. Botanical Journal of the Linnean Society*, 129(4), 267-303.
- Brack. (2004). *ENSURATION | Timber and Tree Measurements.* Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/basal-area>
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales (J. Lalucat Jo, Trad.). Blume.*

- Cué García, K. A. (2023). Obtenido de Diversidad florística y estructura del bosque seco en el norte del Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias*: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692023000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Cué García, K. A. (2023). Obtenido de Diversidad florística y estructura del bosque seco en el norte del Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias*: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692023000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Cueva Ortiz, J. E. (2019). *mdpi*. Obtenido de Influence of Anthropogenic Factors on the Diversity and Structure of a Dry Forest in the Central Part of the Tumbesian Region (Ecuador–Perú). *Forests*, 10(1), 31. : <https://doi.org/10.3390/f10010031>
- Dubey, A. (2023). *Encyclopedia Britannica*. Obtenido de Species abundance | Definition, Conservation, & Facts: <https://www.britannica.com/science/species-abundance>
- Editores de Britannica*. (2022). Obtenido de Amaranthaceae . *Enciclopedia Británica* .: <https://www.britannica.com/plant/Amaranthaceae>
- Enciclopedia Británica*. (2017). Obtenido de Anacardiaceae: <https://www.britannica.com/plant/Anacardiaceae>
- Escribano Ávila, G. (2016). Obtenido de El bosque seco neotropical de la provincia Ecuatoriana: un pequeño grna desconocido: <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1256>
- EUPHORBACEAE, F. (2026). *Herbari virtual del mediterrani occidental*. Obtenido de <https://herbarivirtual.uib.es/es/general/familia/68/euphorbiaceae/generes>
- Fajardo-Gutiérrez, F. A. (2019). *Patrones de sucesión secundaria en un bosque seco tropical*. *Revista de Biología Tropical*, *67*(3), 10-25.
- Fernández, F. D. (2024). *Caracterización de la regeneración natural del bosque seco tropical*. *Dialnet*, *15*(2), 45-60.
- Hall, J. C. (2008). *Systematics of Capparaceae and Cleomaceae: An evaluation of the generic delimitations of Capparis and Cleome using plastid DNA sequence data*. *Botany*, 86(7), 682-696. Obtenido de <https://doi.org/10.1139/B08-026>
- Harley, R. A. (2004). Obtenido de The Families and Genera of Vascular Plants, vol. VII (pp. 167-275). Berlin: Springer.

- Jara Guerrero, A. G. (2021). *Frontiersin*. Obtenido de Chronic Disturbance in a Tropical Dry Forest: Disentangling Direct and Indirect Pathways Behind the Loss of Plant Richness. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.723985>
- Leal, L. P. (2005). LOS BOSQUES SECOS DE LA RESERVA DE BIOSFERA DEL NOROESTE (PERÚ): DIVERSIDAD ARBÓREA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN. Obtenido de LOS BOSQUES SECOS DE LA RESERVA DE BIOSFERA DEL NOROESTE (PERÚ): DIVERSIDAD ARBÓREA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN.
- Legume & Egan, A. (2017). *A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny*. *Taxon*, 66(1), 44-77.
- Linares Palomino, R. K. (2010). Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific.
- Lledó, M. C. (1998). *Systematics of Plumbaginaceae based upon cladistic analysis of rbcL sequence data*. *Systematic Botany*, 23(1), 21-29.
- Manchego, M. (2019). *El bosque seco, una joya amenazada en el Ecuador*. Obtenido de <https://complejoculturalrealalto.org/ambiente/>
- Martens Aguayo, K. A. (2021). Obtenido de Análisis estructural del bosque seco en el sector "La Tomatera" del valle de Portoviejo: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3437/1/TESIS%20MARTENS%20AGUAYO%20KEVIN%20ARIEL.pdf>
- Marx, H. O.-I. (2010). *A molecular phylogeny and classification of Verbenaceae*. *American Journal of Botany*, 97(10), 1647-1663.
- Matteucci, S. D. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.
- Meghan L. Avolio, E. J. (2019). Obtenido de Desmitificando las especies dominantes: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.15789>
- Mendoza, A. (2021). *Composición florística y estructura de un remanente de bosque seco en la Estación Experimental Zapotepamba, Loja, Ecuador*. *Bosques Latitud Cero*, *11*(1), 97–112.
- Metashape. (2025). *Agisoftmetashape*. Obtenido de Agisoft Metashape Aerial Survey Tips: How to Capture and Process High-Quality Data.
- Mittermeier, R. P. (2005). Obtenido de Earth's biologbiologically richestost threatened terrestrial ecoregions.

- Monge, A. (1999). *Estudio de La dinámica del bosque seco tropical a través de parcelas permanentes de muestreo en el parque Nacional Palo Verde, Guanacaste Costa Rica.*
- Montilla, P. A. (2017). En *Análisis de Deforestación en Ecosistemas Boscosos del Refugio de Vida.*
- Moore, J. C. (2013). Obtenido de Diversity, Taxonomic versus Functional: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/species-richness>
- Moreno. (2011). Obtenido de Reanálisis de la diversidad alfa: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-345320110004000190019
- Occidental, Herbari Virtual del Mediterrani.* (2026). Obtenido de GRAMINEAE (POACEAE): <https://herbarivirtual.uib.es/es/general/familia/76/gramineae-poaceae/generes>
- Olascuaga-Vargas, D. &. (2016). *Análisis de la vegetación sucesional en un bosque tropical seco. Redalyc, *22*(1), 45-60.*
- Pardo-Reyes, [. &. (2023). *Diversidad arbórea y arbustiva del bosque seco tropical Colonche – Santa Elena. Pentaciencias, 5(3).*
- Pinargote-Chóez, ,. G.-Q.-B.-M. (2024). Obtenido de Composición y estructura del bosque seco tropical en la cuenca alta del río Jipijapa, Ecuador. Polo del Conocimiento, 9(12).: <https://doi.org/10.23857/pc.v9i12.9004>
- Poma, K. (2013). *Composición florística, estructura y endemismo de un Bosque Siempreverde. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.*
- Ramírez Huila, W. N. (2023). *Análisis estructural y condiciones abióticas del bosque seco tropical (Bs-T) del sector La Pila Vieja en el valle Sancán, Manabí, Ecuador. Revista Ciencia y Tecnología, *16*(1), 52-59.*
- Rodríguez Echeverry, J. E. (2021). *Pérdida y fragmentación de ecosistemas boscosos nativos en Ecuador. Redalyc, *32*(2), 14-29.*
- Simmons, M. S. (2001). *Phylogeny of the Celastraceae inferred from 26S nuclear ribosomal DNA, phytochrome B, rbcL, atpB, and morphology. Molecular Phylogenetics and Evolution, 19(3), 353-366.*
- Simpson, M. (2010). *Plant Systematics.* Obtenido de Diversity and Classification of Flowering Plants: Eudicots: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/acanthaceae>

- Solórzano, V. (2021). Obtenido de Restauración como mecanismo para la reconciliación Humana y Ecosistémica: Reserva de Biósfera del Bosque Seco en Ecuador. : <https://www.proamazonia.org/ppr/restauracion-como-mecanismo-para-la-reconciliacion-humana-y-ecosistemica-reserva-de-biosfera-del-bosque-seco-en-ecuador/>
- Staples, G. &. (2007). *Flowering Plant Families of the World* (p. 424). Buffalo, NY: Firefly Editions.
- Tapia Armijos, M. F. (2024). *Cambio en la cobertura y uso de suelo en un área de bosque seco de la provincia de Santa Elena para el período 2018-2022*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- The nature conservancy. (2012). Obtenido de <https://web.archive.org/web/20120718004441/http://espanol.tnc.org/donde-trabajamos/ecuador/lugares/>
- Tomalá, M. (2023). Obtenido de Diversidad florística presente en el manglar de Chanduy. Repositorio UPSE.: <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e2ea02c5-aeab-4223-8b5b-39ebeeafb950/content>
- Tomalá, P. (2021). *Composición, estructura y diversidad florística del bosque seco en la comuna Aguadita-San Marcos, de la provincia de Santa Elena*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e8cca320-1098-4c5e-a8a5-394ac4f9236c/content>
- Unidas, N. (2015). Obtenido de Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Valverde, F. d., & Reyes, P. C. (2004). En “*Componente Botánico. Situación de la biodiversidad en las albardas y sectores colindantes de la planicie costera de las provincias de Guayas y Manabí*”. En *Albardas en la Costa del Ecuador: Rescate del Conocimiento Ancestral del Manejo Sostenible de l*.
- Vázquez, M. M. (2005). Biodiversidad. En *Biodiversidad en Los bosques secos del suroccidente de la provincia de Laja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas*, EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque Seco. Quito, Ec.
- Weigend, M. S. (2016). Kadereit, J.W. & Bittrich, V. (eds.), *The Families and Genera of Flowering Plants*, vol. XIV. Cham: Springer.

Whittaker, R. H. (1960). Obtenido de Vegetation of the Siskiyou Mountains,
Oregon and California:
http://www.orwww.org/Wildfires/Biscuit/References/Whittaker_1960.pdf

13. ANEXOS

Figura 45. Zona sin intervención con mayor diversidad de plantas.

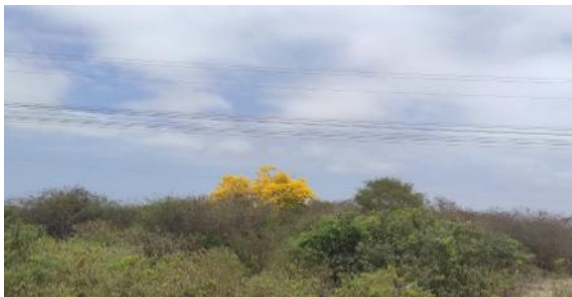


Figura 46. Registro de fragmentación en el bosque.



Figura 47. Obtención de resultados mediante cuadrante 1m x 1m.



Figura 48. *Ipomoea carnea*.



Figura 49. Ortomosaico de la parcela 1 y 2 del muestreo 8.

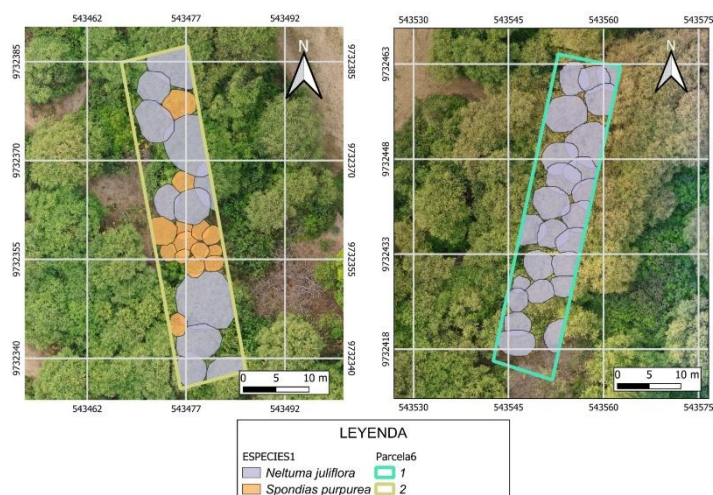


Tabla 12. Especies encontradas en las seis parcelas.

Código	Tipo	Clase	Orden	Familia	Genero	N.C	Nombre Comun
1	Arbol	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Neltuma</i>	<i>Neltuma pallida</i>	Algarrobo
2	Arbol	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Neltuma</i>	<i>Neltuma juliflora</i>	Algarrobo Blando
3	Arbol	Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Spondias</i>	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela
4	Arbol	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia macracantha</i>	Faique
5	Arbol	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Libidibia</i>	<i>Libidibia glabrata</i>	Palo Fierro
6	Árbol	Magnoliopsida	Brassicales	Capparaceae	<i>Cynophalla</i>	<i>Cynophalla mollis</i>	Sebastián o Zapote de perro
7	Arbusto	Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia lutea</i>	Muyuyo
8	Arbusto	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	<i>Ipomoea carnea</i>	Borrachera
9	Arbusto	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa acantholoba</i>	Uña de gato
10	Arbusto	Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta</i>	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	Rabo de gato o verbena
11	Arbusto	Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Vallesia</i>	<i>Vallesia glabra</i>	Peralillo
12	Arbusto	Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>Croton sp.</i>	Mosquera
13	Arbusto	Magnoliopsida	Caryophyllales	Plumbaginaceae	<i>Plumbago</i>	<i>Plumbago zeylanica</i>	Aretitos
14	Arbusto	Magnoliopsida	Celastrales	Celastraceae	<i>Maytenus</i>	<i>Maytenus octogona</i>	Arrayancillo
15	Arbusto	Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	<i>Varronia</i>	<i>Varronia macrocephala</i>	Bolita Prieta
16	Arbusto	Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Byttneria</i>	<i>Byttneria cf. Aculeata</i>	Garabatos
17	Arbusto	Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	<i>Lycium</i>	<i>Lycium cf. americanum</i>	Coralillos
18	Arbusto	Magnoliopsida	Brassicales	Capparaceae	<i>Beautempsia</i>	<i>Beautempsia avicenniifolia</i>	Vichayo
19	Hierba	Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	<i>Priva</i>	<i>Priva lappulacea</i>	Cadillo de Bolsa
20	Hierba	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Acanthospermum</i>	<i>Acanthospermum hispidum</i>	Corona de la Reina
21	Hierba	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Acmella</i>	<i>Acmella radicans</i>	Quebramuelas
22	Hierba	Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	<i>Tetramerium</i>	<i>Tetramerium nervosum</i>	Corrimiento
23	Hierba	Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>Sida aff. cordifolia</i>	Escobilla
24	Hierba	Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Malachra</i>	<i>Malachra alceifolia</i>	Molondrón Cimarrón
25	Hierba	Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Malva</i>	<i>cf. Malva sp.</i>	
26	Hierba	Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Momordica</i>	<i>Momordica charantia</i>	Pepino Cimarrón
27	Hierba	Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>Salvia misella</i>	Cadillo
28	Hierba	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>Bidens aff. pilosa</i>	Aceitillas o Mozotes
29	Hierba	Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	<i>Ipomoea muricata</i>	Coquito
30	Hierba	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Cenchrus</i>	<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate Cadillo
31	Hierba	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Chloris</i>	<i>Chloris aff. barbata</i>	Pasto con Dedos
32	Hierba	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Echinochloa</i>	<i>Echinochloa colona</i>	Arroz del Monte
33	Hierba	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Digitaria</i>	<i>Digitaria ciliaris</i>	Pasto Pangola
34	Hierba	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Parthenium</i>	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Hierba del Golpe
35	Hierba	Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Alternanthera pubiflora</i>	Paja Blanca
36	Hierba	Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	<i>Elytraria</i>	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo
37	Hierba	Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderilla

Tabla 13. Resultados obtenidos de la zona arbóreas de las 6 parcelas.

Parcela	Nº individuos	Riqueza (S)	Área basal (m²)	Densidad (ind/ha)	Área basal (m²/ha)	Shannon (H')	Simpson (1-D)	Simpson (D, dominancia)	Equidad de Pielou (J')	Índice de Margalef (Dmg)
1	24	1	0,42	480,00	8,42	0,0000	0,0000	1,000	N/A	0,000
2	25	2	0,71	500,00	14,17	0,6859	0,4928	0,507	0,990	0,311
3	12	2	0,19	240,00	3,78	0,4506	0,2778	0,722	0,650	0,402
4	5	3	0,79	100,00	15,82	0,9503	0,5600	0,440	0,865	1,243
5	0	0	0,00	0,00	0,00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6	0	0	0,00	0,00	0,00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 14. Comparación de Jaccard y Sorensen de las plantas herbáceas.

Par	Jaccard (%)	Sørensen (%)	Especies compartidas
P1-P2	16,7	28,6	1
P1-P3	28,6	44,4	2
P1-P4	40	57,1	2
P1-P5	0	0	0
P1-P6	0	0	0
P2-P3	11,1	20	1
P2-P4	33,3	50	2
P2-P5	0	0	0
P2-P6	0	0	0
P3-P4	42,9	60	3
P3-P5	0	0	0
P3-P6	10	18,2	1
P4-P5	0	0	0
P4-P6	0	0	0
P5-P6	0	0	0

Tabla 15. Matriz de Leopold de la zona con intervención.

COMPONENTES AMBIENTALES (Factores / Sistemas)	Desbroce / cambio de uso de suelo		Pastoreo / ganadería extensiva		Extracción de madera y leña		Apertura de caminos y senderos		Construcción y operación de camaroneras		Descarga de efluentes salinos		Monitoreo y muestreo de campo		Σ AFECTACIONES (Σ M×I)	N.º de interacciones
	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I		
MEDIO BIÓTICO (FLORA)																
Diversidad y riqueza de especies	-4	6	-5	5	-5	5	-3	4	-6	5	-5	5	-1	4	-145	7
Estructura forestal (dosel y sotobosque)	-5	6	-5	5	-6	6	-4	4	-5	6	-4	4	-1	3	-156	7
Regeneración natural de especies	-4	5	-6	6	-5	5	-3	3	-6	5	-5	5	-1	3	-148	7
Especies endémicas o amenazadas	-5	6	-4	5	-6	5	-3	4	-5	6	-6	6	-1	4	-162	7
MEDIO BIÓTICO (FAUNA)																
Pérdida o fragmentación de hábitat	-6	5	-4	4	-4	7	-5	5	-8	6	-6	5	-1	3	-180	7
Ahuyentamiento de fauna local	-5	3	-4	3	-3	5	-4	3	-6	4	-3	5	-3	5	-108	7
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																
Generación de conocimiento científico	1	5	-1	4	-1	4	-2	3	-2	5	-1	5	7	5	11	7
Paisaje y valor estético	-5	3	-3	2	-3	3	-3	2	-4	4	-6	6	1	2	-86	7
Disponibilidad de recursos forestales	-4	4	-3	3	-5	5	-2	1	-5	5	-5	7	1	4	-108	7
Σ ACCIONES (Σ M×I)	-175		-153		-197		-100		-243		-223		9		-1,082	63

Tabla 16 Matriz de Leopold de la zona sin intervención

COMPONENTES AMBIENTALES (Factores / Sistemas)	Desbroce / cambio de uso de suelo		Pastoreo / ganadería extensiva		Extracción de madera y leña		Apertura de caminos y senderos		Construcción y operación de camaroneras		Descarga de efluentes salinos		Monitoreo y muestreo de campo		Σ AFECTACIONES (Σ M×I)	N.º de interacciones
	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I		
MEDIO BIÓTICO (FLORA)																
Diversidad y riqueza de especies	-1	6	-2	5	-2	5	-1	4	-6	5	-2	5	2	4	-62	7
Estructura forestal (dosel y sotobosque)	-1	6	-3	5	-1	6	-3	4	-4	6	-2	4	4	3	-59	7
Regeneración natural de especies	2	5	-5	6	-3	5	-4	3	-6	5	-2	5	3	3	-78	7
Especies endémicas o amenazadas	-5	6	-1	5	-2	5	-3	4	-5	6	-4	6	1	4	-107	7
MEDIO BIÓTICO (FAUNA)																
Pérdida o fragmentación de hábitat	-6	5	-2	4	-2	7	-3	5	-6	6	-2	5	2	3	-107	7
Ahuyentamiento de fauna local	-5	3	-4	3	-3	5	-2	3	-4	4	-1	5	5	5	-44	7
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																
Generación de conocimiento científico	4	5	-1	4	-1	4	-2	3	2	5	-2	5	7	5	41	7
Paisaje y valor estético	-5	3	-2	2	-3	3	-3	2	-5	4	-4	6	1	2	-76	7
Disponibilidad de recursos forestales	-6	4	-3	3	-4	5	-2	1	-3	5	-3	7	1	4	-87	7
Σ ACCIONES (Σ M×I)	-96		-97		-103		-75		-191		-122		105		-579	63

La Libertad, 9 de julio de 2026

Señor

Ing. Villon Moreno Jimmy Agustin, MSc

Director de la carrea de Biología

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En su despacho. –

De mi consideración:

Yo, Ignacio Moreira Corral, con C.I. 1312968389, especialista en botánica, me dirijo a usted de manera cordial, informando que he brindado mi apoyo como avalador de los especímenes botánicos, registrados por parte del tesista PANCHANA LINDAO LEIVER JANDRY, con C.I. 2400282360, con su tema de tesis de grado titulado: "ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN ZONAS CON INTERVENCIÓN ANTRÓPICA Y ZONAS NO INTERVENIDAS DEL BOSQUE SECO DE LA COMUNA TUGADUAJA PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR", el cual se realizó desde Marzo a Junio del 2026, con la supervisión de su tutora de tesis Blga. Dadsania Rodríguez Moreira, MS.c.

De ante mano, agradezco su atención brindada.



Blgo. Ignacio Moreira Corral, Mgtr.
Especialista en Botánica
C.I. 1312968389
Telf: 0987327655



Blga. Dadsania Rodríguez Moreira, MS.c..
Tutor
C.I. 0913042008
Telf: 098 140 0007

Panchana Lindao Leiver Jandry
Tesisista
C.I. 2400282360
Telf: 0967610291

**AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD
BIOLOGICA No. 361**

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

**1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD
BIOLÓGICA**

2.- CÓDIGO

MAE-ARSFC-2026-0361

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2026-06-08	2026-12-08

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Plantae

El Ministerio de Ambiente y Energía, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

**5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE
RECOLECCION**

Nº de C.I./Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLOGICO
0913042008	RODRIGUEZ MOREIRA DADSANIA SORAYA	Ecuatoriana	1017-12-86028142	Botanica	Magnoliopsida

**6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA
DIVERSIDAD BIOLOGICA:**

Nombre del Proyecto: Composición y estructura florística con intervención antrópica y zonas no intervenidas del bosque seco de la Comuna Tugaduaaja.

7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:

Analizar la estructura y composición florística del bosque seco en la comuna Tugadua con intervención antrópica, mediante el método de parcelas temporales, determinando la riqueza florística.
Comparar las zonas muestreadas con intervención antrópica y no intervenidas, utilizando Índices ecológicos Shannon-Weiner, Simpson, Pielou, Jaccard y matriz de Leopold.
Determinar los perfiles estructurales de la vegetación en las zonas de muestreo, mediante la aplicación de parcelas temporales.
Caracterizar las especies de árboles, arbustos y hierbas presentes en el bosque seco.

8.- ÁREA GEOGRÁFICA QUE CUBRE LA RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES O ESPECÍMENES:

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
SANTA ELENA	NA	NA

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	Nº MUESTRA	Nº LOTE
Magnoliopsida	Zygophyllales	Krameriaceae	NA	NA	planta herborizada	25	
Magnoliopsida	Zygophyllales	Zygophyllaceae	NA	NA	planta herborizada	25	

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

FASE DE RECOLECCIÓN:	La colecta se realizará tomando plantas con flores y frutos, siempre que haya varios ejemplares de la misma especie, en caso de no encontrarse individuos fértiles, se recolectará ejemplares estériles. En caso de que la planta sea fértil, se elaborarán dos duplicados provenientes de la misma planta y con el mismo número de colecta. Si la planta no presenta estructuras reproductivas, únicamente se recolectará un ejemplar.
FASE DE PRESERVACIÓN:	Para la protección y secado se emplea papel periódico. Se colocará la planta en una hoja de periódico doblada a la mitad (aproximadamente de 45 x 30 cm), procurando que todas las partes de la planta queden totalmente extendidas. En el caso de especies carnosas, se realizan cortes longitudinales o transversales que faciliten su desecación. En figura 6 el etiquetado se utilizará códigos que se anotaran en el papel periódico de cada ejemplar o amarrar etiquetas de cartón e hilo para marcar los ejemplares.

11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:	La identificación ex situ de los ejemplares botánicos se llevará a cabo con ayuda de un Estereomicroscopio, claves dicotómicas actualizadas y guías de campo.
---	---

12.- SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA RECOLECCION.

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Magnoliopsida	PARA COLECTAS: PODADORA DE MANO, GPS, CÁMARA DIGITAL, COMPUTADORA PORTÁTIL, HIPSOMETRO.	Equipo en Campo
Magnoliopsida	MICROSCOPIO-ESTEROMICROSCOPIO, ESTUFA, COMPUTADORA PORTATIL	Equipo en Laboratorio
Magnoliopsida	CUADRANTES, LAPIZ, CINTA METRICA, TIJERA DE PODAR, TABLA DE DATOS	Material en Campo

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLOGICO

Magnoliopsida	Herbario Universidad de Guayaquil
---------------	-----------------------------------

14.- RESULTADOS ESPERADOS

Se espera obtener una lista detallada y actualizada de las especies vegetales presentes en el área de estudio, clasificada por estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo). Este resultado permitirá identificar la riqueza florística y las especies dominantes, así como reconocer la presencia de especies endémicas o con algún grado de amenaza. Además, el uso de claves dicotómicas permitirá una identificación taxonómica precisa, fortaleciendo el inventario florístico de la zona.

15.- CONTRIBUCIÓN DEL ESTUDIO PARA LA TOMA DE DECISIONES A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2011-2020.

METAS	DESCRIPCIÓN
Meta02.07.01 En el 2021 se reducirá al menos un 5% la tasa de deforestación con relación al año base.	Las acciones humanas desarrolladas en determinadas parcelas han tenido consecuencias negativas sobre el entorno natural. En varios casos, se ha observado una reducción considerable en la cobertura de los bosques, lo que ha afectado la capacidad del ecosistema para mantener su estructura y funciones. Además, estas intervenciones han contribuido a la fragmentación del hábitat, dificultando la conectividad entre áreas naturales y limitando el desplazamiento de especies.

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **PANCHANA LINDAO LEIVER JANDRY**
2. Institución Nacional Científica : **UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2026/11/23**
4. Valoración técnica del proyecto: **GUARDERAS CHICAIZA DANNY VLADIMIR**

5. Esta Autorización NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS.

6. Esta Autorización NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS, sin la correspondiente autorización del Ministerio de Ambiente y Energía.

7. Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de BIOPROSPECCIÓN, NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO.

8. Los resultados que se desprendan de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio de Ambiente y Energía.

OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.

9. Ingresar al sistema electrónico de recolecta de especímenes de especies la diversidad biológica del Ministerio de Ambiente y Energía, el o los informes parciales o finales en formato PDF, en el formato establecido.

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.
- Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
- Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).

10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio de Ambiente y Energía, con el que se recolecto el material biológico.

11. Depositar los holotipos en una institución científica depositaria de material biológico.

12. Los holotipos solo podrán salir del país en calidad de préstamo por un periodo no más de un año.

13. Las muestras biológicas a ser depositadas deberán ingresar a las colecciones respectivas siguiendo los protocolos emitidos por el Curador/a custodio de los especímenes.

14. Las muestras deberán ser preservadas, curadas y depositadas de lo contrario, se deberán

sufragar los gastos que demanden la preparación del material para su ingreso a la colección correspondiente.

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se responsabiliza a **PANCHANA LINDAO LEIVER JANDRY**.

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
BAQUERO GONZALEZ JUDITH DENNIS
2026-05-21



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**GABRIELA FERNANDA
MOYA MARCALLA**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**GABRIELA FERNANDA
MOYA MARCALLA**