



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**“DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE LOS ÓRDENES ASPARAGALES Y
POALES EN EL SENDERO LAS CASCADAS, COMUNA DOS MANGAS”**

AUTOR

IVETTE ELOÍSA GÓMEZ SUÁREZ

DOCENTE TUTOR:

Blga. DADSANIA RODRÍGUEZ MOREIRA, Mgt.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE LOS ÓRDENES ASPARAGALES Y
POALES EN EL SENDERO LAS CASCADAS, COMUNA DOS MANGAS**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

IVETTE ELOÍSA GÓMEZ SUÁREZ

DOCENTE TUTOR:

Blga. DADSANIA RODRÍGUEZ MOREIRA, Mgt.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “Distribución de especies de los órdenes Asparagales y Poales en el sendero Las Cascadas, comuna Dos Mangas”, elaborado por Gómez Suárez Ivette Eloísa, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Blga. Dadsania Rodríguez Moreira, Mgt.

DOCENTE TUTOR

C.I. 0913042008

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE AREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “Distribución de especies de los órdenes Asparagales y Poales en el sendero Las Cascadas, comuna Dos Mangas”, elaborado por Gómez Suárez Ivette Eloísa, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Blga. Ángela Reyes Láinez, M.Sc.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 0913401014

DEDICATORIA

A mi familia y a mis amigos, quienes me acompañaron durante este largo y desafiante proceso, brindándome su apoyo incondicional y gracias por impulsarme a seguir adelante y por ser parte fundamental de este logro.

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo de todo corazón a mi familia. A mis padres, Fausto Gómez y Zoila Suárez, por estar siempre ahí, apoyándome incondicionalmente en cada paso. Su respaldo ha sido la base de todo lo que he logrado. A mis hermanos, Johanna, Fausto y Karla, por su confianza, por motivarme y acompañarme en los momentos más difíciles. Sin ellos, nada de esto habría sido posible.

Quiero darle las gracias especialmente a mi tutora, la bióloga Dadsania Rodríguez, por su increíble dedicación y guía. Su profesionalismo, sus consejos y su compromiso fueron claves para poder llevar este trabajo a su fin. Valoro mucho el tiempo y la energía que invirtió en acompañarme.

A mis amigos más cercanos, Danna, Anthony, Ariana y Genesis, por ser mi sostén todos estos años. Y a mis compañeros de carrera, Geovanna, Lucas, Anthony, María, Jennifer y Krystell, por su colaboración y compañerismo, por recordarme siempre seguir adelante con optimismo y entusiasmo.

Por último, no puedo dejar de agradecer a los profesores de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, cuya vocación y pasión por enseñar marcaron profundamente mi formación. Su acompañamiento durante esta etapa fue fundamental para mi crecimiento, no solo como profesional, sino también como persona.

Eloísa Gómez S.

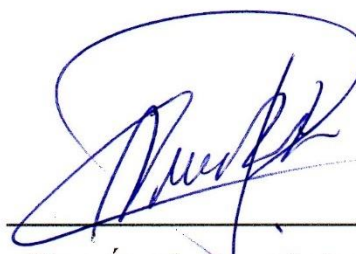
TRIBUNAL DE GRADUCACION

Trabajo de Integración Curricular presentado por **IVETTE ELOÍSA GÓMEZ SUÁREZ** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 11/12/2025



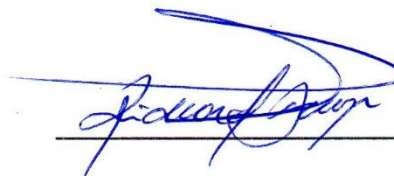
Ing. Jimmy Villón Moreno, MSc
DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



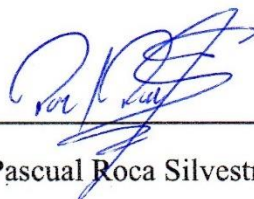
Blga. Ángela Reyes Láinez, M.Sc.
DOCENTE DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



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



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.
DOCENTE GUIA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

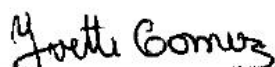


Lcdo. Pascual Roca Silvestre, Mgtr.
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas, investigaciones y resultados expuestos en el Trabajo de Integración Curricular denominado: “DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE LOS ÓRDENES ASPARAGALES Y POALES EN EL SENDERO LAS CASCADAS, COMUNA DOS MANGAS”, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma compartido con la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente



GÓMEZ SUÁREZ IVETTE ELOÍSA

C.I. 0928076207

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	22
2. PROBLEMÁTICA.....	26
3. JUSTIFICACIÓN	28
4. OBJETIVOS	30
4.1. Objetivo general.....	30
4.2. Objetivos específicos	30
5. HIPÓTESIS.....	30
6. MARCO TEÓRICO.....	31
6.1. Generalidades de las monocotiledóneas.....	31
6.2. Clasificación taxonómica de los órdenes Asparagales y Poales en la Comuna Dos Mangas	32
6.2.1. Orden Asparagales	32
6.2.1.1. Familia Amaryllidaceae	33
6.2.1.2. Familia Orchidaceae.....	34
6.2.2. Orden Poales	34
6.2.2.1. Familia Poaceae	35
6.2.2.2. Familia Bromeliaceae.....	36
a. Subfamilia Bromelioideae.....	37
b. Subfamilia Tillandsioideae.....	37

6.2.2.3.	Familia Cyperaceae.....	38
6.3.	Formas de crecimiento y tipos de sustrato	39
6.4.	Distribución ecológica de Asparagales y Poales.....	40
6.4.1.	Relación con gradientes altitudinales y microhábitats.....	41
6.4.2.	Importancia ecológica de los órdenes	42
6.5.	Aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en Estudios Florísticos.....	43
6.5.1.	Mapeo de distribución de especies.....	43
6.5.1.1.	Análisis de patrones de diversidad y riqueza	44
6.5.1.2.	VARIABLES AMBIENTALES.....	44
6.5.1.3.	Aplicaciones en monitoreo y conservación.....	45
6.6.	Marco legal.....	46
6.6.1.	Marco legislativo.....	46
6.6.2.	Régimen Especial para Áreas Protegidas.....	47
6.6.3.	Compromisos Internacionales.....	48
6.7.	Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	48
6.7.1.	ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres.....	49
6.7.2.	ODS 13: Acción por el clima	49
7.	MARCO METODOLÓGICO	50
7.1.	Área de estudio.....	50

7.2.	Tipo de investigación	51
7.3.	Fase de campo	51
7.3.1.	Diseño de muestreo	52
7.3.2.	Establecimiento de parcelas de muestreo.....	52
7.4.	Recolección de datos.....	53
7.4.1.	Parámetros registrados por especie	54
7.4.1.1.	Coordenadas geográficas:	54
7.4.1.2.	Tipo de sustrato y forma de crecimiento.....	54
7.4.1.3.	Registro fotográfico:	55
7.4.1.4.	Parámetros ambientales.....	55
7.4.2.	Identificación taxonómica.....	56
7.4.2.1.	Guías, libros y claves de identificación.....	56
7.4.2.2.	Plataformas digitales especializadas:	57
7.4.2.3.	Validación de especies registradas:	57
7.5.	Fase de gabinete	58
7.5.1.	Procesamiento de datos y análisis SIG.....	58
7.5.2.	Carga de Datos	58
7.5.3.	Creación de mapas temáticos	58
7.6.	Análisis de datos	59
7.6.1.	Abundancia relativa (%)	59

7.6.2.	Porcentaje de constancia (%)	60
7.6.3.	Índice de diversidad de Simpson.....	61
7.6.4.	Análisis de correlación estadística	61
7.6.4.1.	Coeficiente de correlación de Spearman.....	62
8.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	63
8.1.	Composición florística y caracterización taxonómica	63
8.1.1.	Registro de especies y estructura taxonómica.....	63
8.1.2.	Fichas taxonómicas de especies registradas.....	64
8.1.2.1.	Especies del orden Asparagales	64
8.1.2.1.1.	Familia Amaryllidaceae	64
8.1.2.1.2.	Familia Orchidaceae.....	65
8.1.2.2.	Especies del orden Poales	66
8.1.2.2.1.	Familia Poaceae	66
8.1.2.2.2.	Familia Bromeliaceae.....	67
a.	Subfamilia Bromelioideae.....	67
c.	Subfamilia Tillandsioideae.....	68
8.1.2.2.3.	Ficha de la Familia Cyperaceae	70
8.1.3.	Abundancia relativa y dominancia de especies.....	70
8.2.	Distribución espacial y patrones de diversidad.....	72
8.2.1.	Constancia y frecuencia de especies	72

8.2.2. Variación del índice de diversidad de Simpson.....	73
8.2.2. Mapas de distribución por gradiente altitudinal.....	75
8.2.2.1. Altitud baja (78.19 - 112.17 msnm).....	75
8.2.2.2. Altitud media (116.88 - 137.43 msnm).....	77
8.2.2.1. Altitud Alta (159.21 - 188.37 msnm).....	79
8.2.3. Correlación entre diversidad y variables ambientales.....	81
9. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
9.1. DISCUSIÓN	83
9.2. CONCLUSIONES	85
9.3. RECOMENDACIONES	88
10. BIBLIOGRAFIA.....	89
11. ANEXOS.....	100

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características generales de las monocotiledóneas	32
Figura 2. Características generales de la familia Amaryllidaceae.	33
Figura 3. Características de la familia Orchidaceae.....	34
Figura 4. Características de la familia Poaceae.....	36
Figura 5. Características de la familia Bromeliaceae.....	37
Figura 6. Características generales de la familia Cyperaceae.....	39
Figura 7. Área de estudio Comuna Dos Mangas	51
Figura 8. Esquema de las parcelas de muestreo.....	53
Figura 9. Abundancia relativa de las especies de Asparagales y Poales registradas.	71
Figura 10. Porcentaje de constancia de especies.....	73
Figura 11. Variación espacial del índice de diversidad de Simpson (1-D) en las 14 parcelas de muestreo	74
Figura 12. Parcela 1	75
Figura 13. Parcela 2	76
Figura 14. Parcela 3	76
Figura 15. Parcela 4	76
Figura 16. Parcela 6	77
Figura 17. Parcela 5	78
Figura 18. Parcela 7	78
Figura 19. Parcela 8	78
Figura 20. Parcela 9	79

Figura 21. Parcela 10	80
Figura 22. Parcela 11.....	80
Figura 23. Parcela 12	80
Figura 24. Parcela 13	81
Figura 25. Parcela 14	81
Figura 26. Coeficientes de correlación de Spearman (ρ).....	82

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Formas de crecimiento.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 2. Registro de especies encontradas en el sendero "Las Cascadas"</i>	<i>64</i>

INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo. 1 Ficha de registro de datos de campo</i>	<i>101</i>
<i>Anexo. 2. Toma de coordenadas de ubicacion de especies</i>	<i>101</i>
<i>Anexo. 3 Toma de coordenadas de puntos de parcelas y ubicación de marca de cuadrante.....</i>	<i>101</i>
<i>Anexo. 4. Toma de datos de campo en las parcelas de muestreo.....</i>	<i>102</i>
<i>Anexo. 5. Medicion de parcelas de muestreo</i>	<i>102</i>
<i>Anexo. 6. Certificacdo de validacion Taxonomica.....</i>	<i>103</i>
<i>Anexo. 7. Tabla de datos recopilados en campo</i>	<i>104</i>
<i>Anexo. 8. Tabla abundancia relativa y porcentaje de constancia.....</i>	<i>104</i>
<i>Anexo. 9. tabla de cálculo de índices de diversidad por medio de Past 4.03</i>	<i>105</i>

ABREVIATURAS

SIG – Sistema de Información Geográfica

ODS – Objetivos de Desarrollo Sostenible

APG IV – Angiosperm Phylogeny Group IV

INABIO – Instituto Nacional de Biodiversidad

QGIS – Quantum Geographic Information System

GPS – Global Positioning System

C₃ – Ciclo fotosintético de Calvin (tipo de fotosíntesis)

C₄ – Ciclo fotosintético Hatch–Slack (tipo de fotosíntesis)

ρ (rho) – Coeficiente de correlación de Spearman

CAM – Metabolismo ácido de las crasuláceas

MAATE – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

CDB – Convenio sobre la Diversidad Biológica

UTM – Universal Transverse Mercator

CSV – Comma-Separated Values (formato de archivo de datos)

M.s.n.m. – Metros sobre el nivel del mar

GLOSARIO

Abundancia relativa: Proporción de individuos de una especie con respecto al total de individuos registrados en el área de estudio.

Altitud (msnm): Altura de un punto sobre el nivel medio del mar.

Bioindicador: Organismo cuya presencia o ausencia refleja las condiciones ambientales de un ecosistema.

Ciclo C₃ / C₄: Tipos de metabolismo fotosintético que determinan la eficiencia en el uso del agua y del carbono.

Constancia: Frecuencia con la que una especie aparece en diferentes parcelas de muestreo.

Correlación de Spearman (ρ): Medida estadística que determina la relación entre dos variables ordinales o no paramétricas.

Diversidad de Simpson (1-D): Índice ecológico que mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes.

Endemismo: Condición de una especie que solo existe en una región geográfica específica.

Gradiente altitudinal: Variación de altitud que afecta la temperatura, humedad y, por tanto, la distribución de especies.

Índice de diversidad: Valor que expresa la riqueza y la equitatividad de especies en una comunidad vegetal.

Muestreo estratificado: Método que divide el área de estudio en sectores homogéneos (estratos) para representar mejor la variabilidad del ecosistema.

Parcelas de muestreo: Áreas delimitadas donde se registran datos ecológicos o botánicos de manera sistemática.

QGIS: Programa informático para el análisis y visualización de datos geográficos (Sistema de Información Geográfica).

Sustrato: Superficie o medio físico donde una planta se adhiere y desarrolla sus raíces.

SIG: Sistema de Información Geográfica que permite procesar, analizar y representar datos espaciales.

RESUMEN

Distribución de especies de los órdenes Asparagales y Poales en el sendero Las Cascadas, comuna Dos Mangas

Autor: Ivette Eloisa Gomez Suarez

Tutor: Blga. Dadsania Rodríguez Moreira, Mgt.

Esta investigación analizó los patrones de distribución de especies de los órdenes Asparagales y Poales a lo largo del gradiente altitudinal del sendero Las Cascadas en la comuna de Dos Mangas. El estudio implementó una metodología de muestreo estratificado mediante 14 parcelas temporales, utilizando sistemas de información geográfica para el análisis espacial y herramientas taxonómicas especializadas para la identificación de especies. La recopilación de datos dio como resultado 1,435 individuos dispuestos en 18 especies, donde el orden Poales fue el que tuvo un evidente predominio, alcanzando un 88% de los individuos, y la especie *Guzmania monostachia* fue la que mostró mayor abundancia relativa (28.57%) así como la mayor constancia (100% de las parcelas). El análisis espacial mostró que la distribución de las especies fue heterogénea y se vio significativamente influenciada por el incremento de la altitud; los valores del índice de Simpson pasaron de 0.8229 a 0.2143, demostrando que en las comunidades de las zonas bajas (78-112 msnm) se mostraba una mayor diversidad con mezcla de especies terrestres y epífitas y que en las áreas altas (159-188 msnm) dominaban las bromelias epífitas de los géneros *Guzmania* y *Lemeltonia*, observándose también algunas especies con distribuciones restringidas, especialmente orquídeas de la familia Orchidaceae, las cuales son consideradas prioritarias para su conservación. Precisamente se concluye que el vacío altitudinal se comporta como el principal filtro ambiental que estructura estas comunidades vegetales y representa igualmente una línea base importante para desarrollar planes de manejo y conservación en un ecosistema de transición vulnerable.

Palabras clave: Distribución, gradiente altitudinal, monocotiledóneas, conservación.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el INABIO (2017) Ecuador cuenta con grandes riquezas biológicas a nivel mundial aun cuando su extensión territorial es poco significativa en comparación con otros países. Esto se debe principalmente la influencia de la cordillera de los Andes y a que se ubica dentro del neotrópico, los cuales son características claves para tener variedad de ecosistemas, microclimas, escalas altitudinales y gradientes que favorecen la gran abundancia y endemismo de la flora y fauna (INABIO, 2023). Ecuador alberga aproximadamente 17,000 especies de plantas vasculares nativas, de las cuales más del 25% son endémicas (Missouri Botanical Garden, 2024).

La comuna Dos Mangas presenta un área que se encuentra conectada a la cordillera Chongón-Colonche que representa un hábitat transitorio entre bosque seco tropical y bosque de garúa, mismo que reúne características ambientales que favorecen a la diversidad tales como las variaciones de humedad, temperatura y gradientes altitudinales, este tipo de condiciones permiten la diversidad adaptativa de distintas especies que se encuentran adaptadas a regímenes climáticos cambiantes (Cedeño et al., 2025).

Las plantas vasculares se identifican como elementos representativos a dos grupos de plantas vasculares que son Asparagales y Poales, que pertenecen a familias como Orchidaceae y Asparagaceae. Estas últimas son reconocidas por sus morfologías especializadas, tácticas reproductivas elaboradas y adaptación a microhábitats peculiar (The Angiosperm Phylogeny Group et al., 2016). Por último, en cuanto a orden Poales, incluye a Poaceae y Bromeliaceae. Son agrupaciones que dentro de su gran capacidad de estrés ambiental, también cumplen funciones cruciales para la regulación del agua, el reciclaje de nutrientes y la sustentación de redes tróficas (Givnish et al., 2014).

La comprensión de los patrones de distribución de especies en relación a factores ambientales permite comprender interrelaciones que son fundamentales para su éxito adaptativo (Vistín et al., 2022). Además, permite identificar áreas críticas con gran valor ecológico o altamente susceptibles a las alteraciones (Hilty et al., 2021).

Comprender la forma en la que se distribuyen estas especies nos permite visualizar el vínculo que tienen con su medio: la altitud, características del sustrato, la vegetación que recubre el terreno y la influencia de la actividad humana (Vistín et al., 2022). Conocer estos patrones es clave para poder identificar áreas que se hallan en una situación vulnerable, ya bien sea por su gran valor de conservación o por su sensibilidad al cambio climático y a la modificación de la estructura del paisaje

(Hilty et al., 2021). Analizar estos patrones en el marco de diferentes condiciones medioambientales nos da pistas sobre su historia evolutiva, adaptación y dispersión, al tiempo que pone de manifiesto la existencia de ecosistemas únicos y con una gran diversidad de formas.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) proporcionan las herramientas necesarias para este tipo de análisis porque integran datos de campo, sobre el entorno y la ubicación, incluyendo la georreferenciación para producir representaciones geográficas precisas (Pronaturaleza, 2021). Su uso ha demostrado ser altamente eficiente en estudios de ecología vegetal, ya que permite la identificación de patrones de distribución y agregación por sustrato o altitud y su relación con componentes del paisaje como caminos o zonas de intervención humana (Guisan et al., 2017).

Los SIG permiten la creación de modelos de distribución que son útiles en el diseño de estrategias de conservación y recuperación ecológica (QGIS, 2024). En el caso de Dos Mangas, donde el turismo y la construcción de nuevas rutas, así como la expansión de la frontera agrícola, infligen presiones constantes sobre el ecosistema, este tipo de análisis espacial es muy importante para la planificación y manejo sostenible del territorio.

El sendero "Las Cascadas" en la comuna Dos Mangas presenta características particulares que permiten estudiar la distribución de especies de los órdenes Asparagales y Poales. A medida que uno avanza por ella, se puede ir observando una serie de pequeñas transiciones entre diferentes formaciones vegetales, así como variaciones altitudinales que dan lugar a pequeños microambientes diferentes. Estas condiciones permiten analizar la manera en la que se distribuyen las especies frente a los cambios ambientales, observándose patrones de las distribuciones que harían referencia a la adaptación de estos grupos.

PROBLEMÁTICA

Los bosques de transición entre el bosque seco tropical y el de garúa, como el de la comuna Dos Mangas, en la provincia de Santa Elena, son muy importantes ecológicamente y para el turismo. A pesar de contar con iniciativas de conservación, estos han sido impactados por el aumento del turismo, apertura de senderos, agricultura de borde, recolección artesanal, sobreexplotación vegetal y cambio climático. Estas actividades adicionales desencadenan procesos de fragmentación y perturbación del suelo, además modifican la configuración espacial de la vegetación (Maldonado & Daniel, 2024).

Entre el año 2008 al 2014 se estimó una deforestación anual promedio superior a 47 mil hectáreas en Ecuador asociada sustancialmente al cambio en coberturas naturales en paisajes humanamente transformados (Hilty et al., 2021). Tales impactos afectan no solo densidad arbórea sino también indirectamente distribución de especies herbáceas que son floras constituyentes esenciales para los procesos ecológicos del bosque.

Las especies pertenecientes a los órdenes Asparagales y Poales, se han adaptado a las circunstancias particulares del bosque y pueden tener fluctuaciones en su distribución dependiendo del nivel de impacto del entorno y las condiciones del

entorno. Analizar su abundancia y distribución a lo largo de un sendero que presentan distintos niveles de alteración permite obtener una visión más clara del estado ecológico de estas comunidades vegetales.

A partir de esta situación, se plantea la pregunta ¿Cómo varía la distribución de las especies de los órdenes Asparagales y Poales en función de las distintas secciones del sendero en el bosque nativo de Dos Mangas?

JUSTIFICACIÓN

La distribución de las especies pertenecientes a los órdenes Asparagales y Poales en la comuna Dos Mangas, ruta Las Cascadas, revela el comportamiento adaptativo de estas especies en respuesta a diferentes condiciones ecológicas del bosque. Este lugar alberga un ecosistema transitorio que se ubica entre el bosque seco tropical y el bosque húmedo tropical, por lo que presenta gran biodiversidad (Cedeño et al., 2025). No obstante, enfrenta presión continua por el impacto antrópico y climático que modifica la arquitectura vegetal y rompe el equilibrio ecológico (Maldonado & Daniel, 2024).

Las especies de Asparagales y Poales son fundamentales para la preservación de ecosistemas como tierras protegidas y formadoras de microclimas e inclusive sirven de refugios. Sus cambios medioambientales permiten medir el nexo entre todos humanos y medioambiente. Son bioindicadores que pueden mostrar fácilmente cambios en el entorno. Estudiar su distribución a lo largo del sendero brindará datos relevantes sobre los factores sociales y naturales que determinan su variación espacial.

El valor de esta investigación radica en su significado práctico y teórico porque pretende relacionar una serie de características del bosque con la distribución de

especies en ecosistemas en donde los hábitats modifican su condición. Los resultados aportarán información útil para determinar áreas vulnerables, colaborando de este modo en la elaboración de estrategias que reduzcan el daño de la vegetación. Al poder comparar como se distribuyen estas comunidades vegetales a lo largo del sendero, obtendremos una visión clara de cómo los cambios medioambientales les afectan de una forma diferenciada.

OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Analizar la distribución de las especies pertenecientes a los órdenes Asparagales y Poales, mediante muestreos estratificados sistemáticos, para la comparación entre las distintas secciones del sendero Las Cascadas.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar las especies correspondientes a los órdenes mediante claves taxonómicas, guías de identificación y plataformas digitales.
- Determinar los patrones de distribución de las especies registradas, a través del muestreo estratificado y procesamiento de la información en QGIS.
- Establecer la correlación entre la distribución de las especies con los factores ambientales en las distintas parcelas del sendero, mediante cálculos estadísticos.

HIPÓTESIS

H1: La distribución de las especies pertenecientes a los órdenes Asparagales y Poales no mantienen una uniformidad a lo largo del sendero.

MARCO TEÓRICO

6.1. Generalidades de las monocotiledóneas

Las monocotiledóneas son parte de un clado de las angiospermas, teniendo como característica más notable solo tener un único cotiledón en la semilla (Liu et al., 2025). Dentro de las características principales de este grupo se encuentran la venación paralela de sus hojas, raíces fasciculadas, y haces vasculares dispersos, estructuras detalladas en la Figura 1 (Remizowa et al., 2022). Los elementos florales se organizan en grupos de tres (Tippery et al., 2021), han favorecido su amplia radiación en diversos ecosistemas, desde humedales y sabanas hasta ambientes rocosos y bosques tropicales (Wanli Zhao et al., 2020) (Kessous et al., 2024).

Su variabilidad morfológica es bastante notable y se manifiesta en adaptaciones que optimizan la conservación de agua y hace que sean resistentes a la radiación solar, entre estas se incluyen tallos herbáceos o leñosos, hojas duras, (Liu et al., 2023). El conjunto de estas características adaptadas a su funcionalidad explica el éxito de su adaptación ecológica e importancia en los ecosistemas (Remizowa et al., 2022).

Figura 1. Características generales de las monocotiledóneas



Nota: Se indican las estructuras principales: semilla, raíz, sistema vascular, hoja y flor.

6.2. Clasificación taxonómica de los órdenes Asparagales y Poales en la Comuna Dos Mangas

Los órdenes Asparagales y Poales son consideradas diversos y ecológicamente relevantes. De acuerdo con el sistema APG IV, los estudios filogenómicos que han respaldado la relación evolutiva y su diversificación adaptativa (Hawksworth et al., 2019). Estas agrupaciones incluyen familias de importancia ecológica, ornamental y económica, que, gracias a su proliferación en diferentes ambientes como los bosques tropicales, sabanas, humedales y zonas áridas, muestran una gran calidad adaptativa (Maarten Christenhusz et al., 2017).

6.2.1. Orden Asparagales

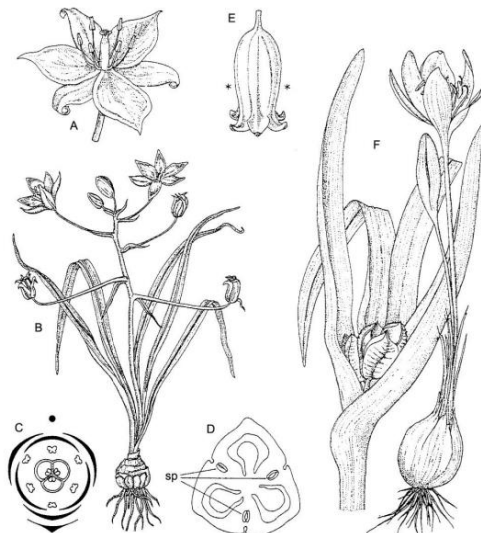
Según el sistema APG IV actualizado en el año 2016 por The Angiosperm Phylogeny Group el orden Asparagales se clasificó en un total de 14

familias, además, diversos estudios y análisis filotranscriptómicos de este orden ha comprobado que están separados evolutivamente de las liliales y forman un grupo monofilético, lo cual reafirma su posición como uno de los clados más diversos de las angiospermas (Wang et al., 2024).

6.2.1.1. Familia Amaryllidaceae

Esta familia agrupa plantas perennes, sus hojas tienen venación paralela y flores grandes y vistosas. Poseen bulbos subterráneos de reserva, adaptaciones a suelos húmedos o bien drenados y mecanismos de polinización por insectos y aves, son típicas de ambientes sombreados o húmedos, con un ciclo vegetativo estacional bien definido (Pacific Bulb Society, 2020).

Figura 2. Características generales de la familia Amaryllidaceae.

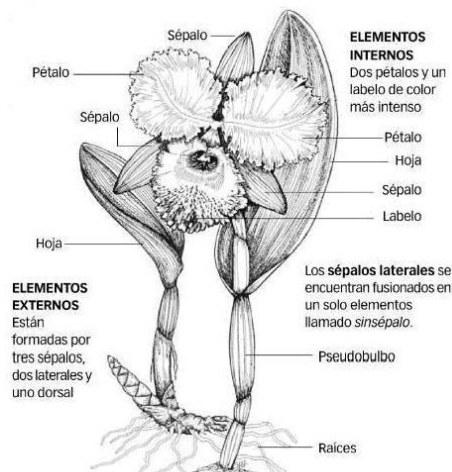


*Nota: Figura que muestra la morfología básica de la familia Amaryllidaceae
Obtenida de: (Catedra farmacobotanica, 2013)*

6.2.1.2. Familia Orchidaceae

Generalmente epifitas, terrestres y rupícolas diferenciadas principalmente por su alta diversidad morfológica y floral, Sus flores son distintivas, se conocen como zigomorfas poseen 3 pétalos y 3 sépalos además de un labelo modificado para atraer polinizadores específicos. Las epifitas desarrollan un tejido esponjoso que facilita la absorción de humedad atmosférica (Pérez-Escobar et al., 2024).

Figura 3. Características de la familia Orchidaceae



*Nota: Morfología general de la familia Orchidaceae.
Obtenido de: (Orquídeas del Tequendama, 2025)*

6.2.2. Orden Poales

EL sistema APG IV actualizado por The Angiosperm Phylogeny Group actualizada en el 2016 las Poales comprenden un aproximado de 24 000

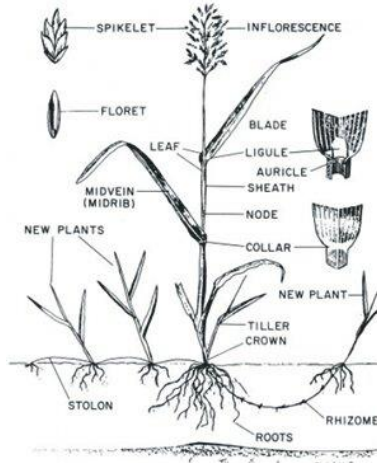
especies distribuidas a nivel mundial, clasificadas en 14 familias. Este orden constituye uno de los grupos de monocotiledóneas más amplios y ecológicamente influyente. Comprende familias como gramíneas y bromelias, que son más comunes en ecosistemas abiertos y comunidades tropicales (Elliott et al., 2024)

Estudios filogenéticos actuales han demostrado que el grupo experimentó una duplicación ancestral de su genoma conocida como evento ρ (rho), lo que permitió su diversificación a lo largo de distintos ambientes (Zhang et al., 2024). Esta adaptación permite que abarque una amplia gama de hábitats.

6.2.2.1. Familia Poaceae

Las Poaceae son hierbas de tallos cilíndricos, con hojas lineares de vaina envolvente y flores reunidas en espiguillas. Se adaptan a suelos secos o inundables, poseen raíces fibrosas densas que reducen la erosión y presentan sistemas fotosintéticos eficientes (C_3 o C_4), lo que les permite prosperar en ambientes con alta radiación solar (Elliott et al., 2024).

Figura 4. Características de la familia Poaceae



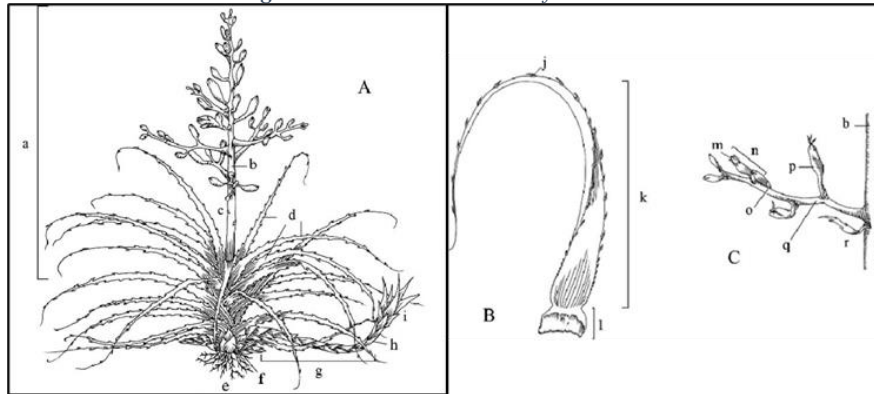
Nota: Características generales de la familia Poaceae.

Obtenido de: (Saavedra Mora, 2020)

6.2.2.2. Familia Bromeliaceae

Las bromelias reúnen una notable diversidad de formas de crecimiento y una de sus características más notables son la formación de una roseta de hojas que funciona como un depósito, captando y almacenando agua junto con nutrientes. Este ingenioso diseño no solo crea refugio y hábitat para numerosos pequeños organismos, sino que es una estrategia clave para sobrevivir en ambientes con disponibilidad variable de agua. Completan esta adaptación unos tricomas altamente especializados en sus hojas, que les permiten capturar humedad directamente de la atmósfera. Respecto a sus frutos, estos varían entre carnosos y secos, una característica que depende de la subfamilia particular a la que pertenezca cada especie (Kessous et al., 2025).

Figura 5. Características de la familia Bromeliaceae



Nota: Características generales de la familia Bromeliaceae

Obtenido de: (Suárez & Montani, 2010)

a. Subfamilia Bromelioideae

Son predominantemente terrestres o epifitas, y se caracterizan por su forma basal organizada en rosetas en donde suelen retener agua. Poseen hojas rígidas y sus bordes son espinosos y funcionan como protección ante herbívoros, sus frutos son carnosos y suelen ser dispersados por aves, esta familia posee estructuras que forman microhábitats idóneos para anfibios e invertebrados. (Givnish et al., 2022; Kessous et al., 2025).

b. Subfamilia Tillandsioideae

Esta familia se diferencia por sus especies mayormente epifitas las cuales están adaptadas a la absorción de agua y nutrientes directamente del ambiente mediante tricomas especializados que se

encuentran en la superficie foliar. Sus hojas suelen ser suaves y delgadas, las flores suelen ser tubulares con colores llamativos que facilitan la polinización por aves e insectos (Palma-Silva et al., 2023). Las adaptaciones de este ambiente les ayudan a sobrevivir a la alta radiación solar y a su vez a la baja disponibilidad hídrica.

6.2.2.3. Familia Cyperaceae

La familia Cyperaceae está comprendida por plantas herbáceas anuales o perennes, de manera frecuente conformadas con tallos triangulares, hojas en tres filas y vainas cerradas, detalles que las diferencian de las gramíneas (Roason et al., 2021). Las conforman flores pequeñas y sin perianto vistoso, agrupadas en espiguillas con brácteas, y produciendo frutos secos de tipo aquenio.

Este tipo de familias se adaptan a ambientes húmedos debido a su resistencia a los suelos saturados y también al desarrollo de aerénquima, esto facilita el intercambio gaseoso en condiciones de bajo oxígeno (Reznicek & Bruhl, 2023).

Figura 6. Características generales de la familia Cyperaceae



Nota: Características generales de la familia Cyperaceae.
Obtenido de: (Diego-Pérez & Gonzalez-Elizondo, 2013)

6.3. Formas de crecimiento y tipos de sustrato

Las formas de crecimiento constituyen un rasgo ecológico fundamental para comprender la adaptación y distribución de las especies. Esta clasificación se basa principalmente en el tipo de sustrato que ocupan, el cual condiciona tanto su morfología como sus estrategias de supervivencia, conocer las formas de crecimiento permite identificar cómo las especies responden a las variaciones microambientales del ecosistema, aprovechando distintos niveles estructurales del bosque.

Tabla 1. Formas de crecimiento

Hábitat	Mecanismos adaptativos desarrollados
Terrestres	Crece en sobre los distintos tipos de suelos y obtienen agua y nutrientes por medio de raíces subterráneas, requieren generalmente buen drenaje y exposición solar. (Kellogg, 2015)
Epífitas	Crece sobre la superficie de otras plantas adhiriéndose al tronco o ramas, lo usan únicamente como soporte y no

	provoca ningún daño al hospedero, además, obtienen su agua y nutrientes necesarios por medio del aire y el ambiente (Granados-Sánchez et al., 2003).
Rupícolas	Aquellas que crecen sobre las rocas, adaptadas a terrenos con poca capacidad para retener agua y mucha exposición al sol.

6.4. Distribución ecológica de Asparagales y Poales

Los patrones de distribución de los órdenes Asparagales y Poales representan estrategias evolutivas que han permitido su éxito adaptativo en ecosistemas variados. Las Asparagales se han adaptado a hábitats que van desde condiciones húmedas y sombreadas en el caso de las epifitas hasta laderas rocosas donde xerofíticas desarrollaron metabolismos CAM para la conservación hídrica (Jacquemyn & Merckx, 2019). Esta especialización en nichos ecológicos particulares ha favorecido una notable diversificación morfológica y funcional dentro del orden (Heyduk et al., 2016).

Las Poales tienen una gran capacidad de adaptación, y han colonizado grandes escalas mediante innovaciones fisiológicas. La evolución independiente y múltiple de la fotosíntesis C4 distintiva en la familia Poaceae representa una adaptación clave que maximiza la eficiencia en el uso del agua bajo condiciones de alta irradiación y temperatura, permitiéndoles dominar extensas áreas de pastizales y sabanas (Lundgren et al., 2016). Simultáneamente, las Bromeliaceae

han desarrollado estrategias diversas de captación y almacenamiento de agua, desde rosetas tanque en especies epífitas hasta mecanismos de absorción radical especializada en especies terrestres.

La disposición de la vegetación surge de la manera particular en que estos grupos vegetales se apropian del espacio. Cada especie se establece según rangos específicos de humedad, niveles de luminosidad y características del sustrato, factores que en conjunto determinan sus patrones de establecimiento y desarrollo (Tello et al., 2025).

Esta coexistencia muestra dos estrategias distintas de adaptación: algunas especies se especializan en pequeños rincones con condiciones muy específicas, mientras que otras predominan en zonas más expuestas. Ambas formas de vida han dado lugar a una red de interacciones que aumenta la biodiversidad local y ayuda a entender los procesos que generan la gran variedad de plantas en regiones tropicales (Benzing, 2000).

6.4.1. Relación con gradientes altitudinales y microhábitats

Los gradientes altitudinales contienen factores que inciden en la distribución de especies de monocotiledóneas debido a que estos condicionan la

temperatura, humedad y radiación solar (Stokes et al., 2021). Los microhábitats protagonizan un papel importante en la estructura de la vegetación, brindando proporciones específicas para el desarrollo de especies terrestres, epifitas y rupícolas (Givnish et al., 2018). La epifitas utilizan los árboles como soporte mientras que las otras se adhieren a tejidos resistentes a la desecación y raíces para poder anclarse (Kessous et al., 2025).

6.4.2. Importancia ecológica de los órdenes

La participación de estos ordenes cubren roles importantes dentro de procesos como regulación hídrica, reciclaje de nutrientes y la formación de hábitats secundarios, Las Bromeliaceas, contribuyen al almacenamiento de agua en sus rosetas foliares, creando pequeños reservorios utilizados por diversos organismos (Reyes-García et al., 2022). Las *Poaceae* intervienen en la estabilización del suelo y en la protección frente a la erosión, mientras que las *Orchidaceae* y *Amaryllidaceae* tienen relaciones simbióticas que fortalecen la dinámica de polinización y la conectividad ecológica de los ecosistemas (Pérez-Escobar et al., 2023).

6.5. Aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en Estudios Florísticos

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han consolidado como una herramienta fundamental en la ecología vegetal moderna ya que en la actualidad permiten la integración, el análisis y la representación de datos espaciales para establecer patrones de distribución de las especies (Guisan et al., 2017). Los SIG aplicados a estudios florísticos proporcionan las bases de un análisis biogeográfico y florístico, ofreciendo un marco analítico a la gestión y al manejo de la información biológica y ambiental.

6.5.1. Mapeo de distribución de especies

El mapeo de distribución constituye una aplicación primaria de los SIG en botánica. Su objetivo central es representar espacialmente la localización y extensión de taxones dentro de un área determinada, integrando variables ambientales con coordenadas geográficas precisas (Franklin, J., 2012). La representación cartográfica se sustenta en datos georreferenciados obtenidos mediante receptores GPS, imágenes satelitales y registros de herbarios, permitiendo la elaboración de mapas temáticos que reflejan la abundancia o escasez de las diferentes especies. Estos mapas son herramientas vitales para analizar la distribución geográfica y ecológica de los grupos vegetales, sirviendo como base para la planificación de estudios

botánicos, programas de restauración y proyectos de conservación (Jetz & Kreft, 2007).

6.5.1.1. Análisis de patrones de diversidad y riqueza

A través de este análisis podemos reconocer cómo varía espacialmente la composición de especies y la estructura de las comunidades vegetales. Para medir estos patrones, trabajamos con dos tipos de índices: los de diversidad alfa (como Shannon y Simpson), que reflejan la diversidad en un punto específico, y los de diversidad beta, que nos muestran cómo cambian las especies entre diferentes localidades (Moreno, C. 2001).

Al llevar estos índices a plataformas geoespaciales, logramos construir modelos que nos revelan la distribución concreta de la diversidad en el territorio. Esto resulta particularmente útil para identificar zonas con mayor concentración de especies o con un valor ecológico destacado (Jetz et al., 2012).

6.5.1.2. Variables ambientales

El análisis de la relación entre la distribución de especies y las variables ambientales es un elemento básico dentro de los estudios florísticos. La

relación que existe entre los factores abióticos (como la altitud, la precipitación, la temperatura, la pendiente, el tipo de suelo etc.) y los registros de presencia de especies permite evaluar como las condiciones ecológicas dan forma a los patrones de vegetación (Guisan & Thuiller, 2005). Los SIG y las herramientas estadísticas junto con los Modelos de Distribución de Especies (SDMs), permiten delinear áreas potencialmente adecuadas para grupos vegetales concretos (Elith & Leathwick, 2009). Este enfoque combina información climática y topográfica junto con observaciones de campo, resultando modelos predictivos que se asocian con gradientes ecológicos y con la delimitación de zonas con condiciones favorables para el desarrollo de comunidades vegetales.

6.5.1.3. Aplicaciones en monitoreo y conservación

Las aplicaciones de los SIG en el ámbito del monitoreo y conservación de la flora son una herramienta de gestión ambiental irremplazable. La utilización de SIG permite mantener la información de la cobertura vegetal continuamente actualizada, apreciar los cambios en la distribución de especies y establecer indicadores de fragmentación o pérdida de hábitat (Turner et al., 2003). El uso de series temporales de imágenes satelitales hace posible visualizar las dinámicas ecológicas, y la superposición de capas temáticas como áreas protegidas, corredores

biológicos o zonas de uso antrópico se puede hacer la evaluación de amenazas y oportunidades de conservación. (Margules & Pressey, 2000). La utilización de estas herramientas facilita una gestión fundamentada en la evidencia científica y ayuda en la toma de decisiones para la conservación de la biodiversidad vegetal.

6.6. Marco legal

6.6.1. Marco legislativo.

El marco normativo ecuatoriano establece importantes fundamentos para la salvaguarda de la biodiversidad. La Constitución de 2008, en el Artículo 14, establece el derecho de los ciudadanos a un ambiente saludable; posteriormente, el Artículo 71 establece derechos del sujeto a la naturaleza, estos principios que contempla la Constitución se constituyen como el sustento básico para la construcción del ordenamiento ambiental del país (Asamblea Constituyente, 2008)..

El Código Orgánico del Ambiente (2017) desarrolla estos mandatos constitucionales, estableciendo en su Artículo 11 que es de interés público la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Esta normativa crea el marco legal para la conservación tanto in situ como ex situ de la

diversidad biológica nacional (*Código Orgánico del Ambiente - Repositorio digital*, 2023)

6.6.2. Régimen Especial para Áreas Protegidas

Para áreas de especial importancia ecológica como el Bosque Protector Chongón-Colonche, el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019) define en su Artículo 284 la categoría de "Bosque y Vegetación Protectora". Esta clasificación establece un régimen de uso y gestión que prioriza la función de protección sobre otros usos del suelo.

La protección del área de estudio se guía por su Plan de Manejo oficial, un documento que establece con claridad los espacios de conservación prioritarios y define qué actividades pueden desarrollarse en cada sector. Esta herramienta de gestión territorial resulta clave para preservar la conexión entre los diferentes hábitats de la región, permitiendo que la vida silvestre mantenga sus ciclos naturales y sus rutas de desplazamiento (MAATE, 2022)

La protección del área de estudio se guía por su Plan de Manejo oficial, un documento que establece con claridad los espacios de conservación

prioritarios y define qué actividades pueden desarrollarse en cada sector. Esta herramienta de gestión territorial resulta clave para preservar la conexión entre los diferentes hábitats de la región, permitiendo que la vida silvestre mantenga sus ciclos naturales y sus rutas de desplazamiento (MAATE, 2022).

6.6.3. Compromisos Internacionales

A nivel global, Ecuador ha suscrito importantes acuerdos internacionales que refuerzan su marco legal interno. Las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica 2011-2020, particularmente la Meta 11 sobre áreas protegidas, establecieron lineamientos para la conservación de ecosistemas terrestres. Estos esfuerzos se ven ahora reforzados por el Marco Global de Biodiversidad de Kunming-Montreal 2022, que establece como meta urgente detener y revertir la pérdida de biodiversidad antes de que finalice esta década (CDB, 2022).

6.7. Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Se presenta cómo este tipo de estudio se vincula conceptualmente con los ODS, reforzando su importancia institucional y social.

6.7.1. ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres

El estudio se alinea directamente con el ODS 15, que promueve la protección, restauración y uso sostenible de los ecosistemas terrestres. La documentación florística, la identificación de áreas prioritarias y el fortalecimiento de conocimientos locales fortalecen las bases para la conservación de la biodiversidad terrestre.

6.7.2. ODS 13: Acción por el clima

Aunque indirectamente, el conocimiento detallado de la flora local contribuye a estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático. Las especies vegetales tienen un papel en la captura de carbono, la regulación hídrica y la resiliencia de los ecosistemas frente a variaciones climáticas, lo que conecta con los objetivos del ODS 13 de fortalecer la respuesta global al cambio climático.

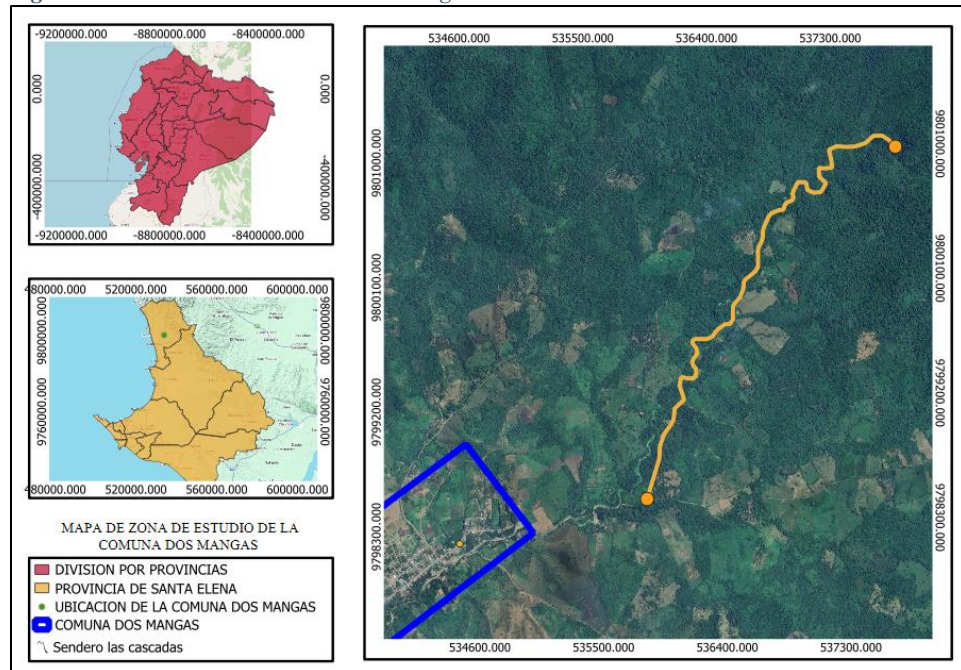
MARCO METODOLÓGICO

7.1. Área de estudio

El estudio se desarrolló en la comuna Dos Mangas, ubicada en el cantón Santa Elena, a 7 km de la parroquia Manglaralto. Esta área corresponde al eje central de la cordillera Chongón-Colonche, unidad fisiográfica cuyo valor ecológico es relevante en el litoral ecuatoriano (Ministerio de Turismo, 2019).

El territorio comunal abarca un total de 4 945 hectáreas, de las cuales 2 840 han sido destinadas a la conservación de los ecosistemas locales. Las actividades de monitoreo ecológico se realizaron a lo largo del sendero “Las Cascadas”, cuya longitud es de 4. 352 metros, según datos del Centro Interpretativo de Dos Mangas, a lo largo de la ruta se pueden observar distintas comunidades vegetales, áreas de agricultura, ganadería, y cascadas que forman parte del ecoturismo y la dinámica ecosistémica de la cordillera.

Figura 7. Área de estudio Comuna Dos Mangas



Nota. Elaboración propia en QGIS 3.34 con base en datos de la comuna
Elaborado por el autor

7.2. Tipo de investigación

Este análisis consideró un tipo de investigación observacional con el objetivo de determinar la distribución de flora específica de ciertos órdenes a lo largo del sendero Las Cascadas en la Comuna Dos Mangas. Esto se realizó mediante la recolección de datos del campo, lo que hizo que esta investigación sea de tipo exploratoria y ayudará a llevar a cabo un análisis con herramientas de Sistemas de Información Geográfica (Veiga De Cabo et al., 2008).

7.3. Fase de campo

7.3.1. Diseño de muestreo

Se aplicó un muestreo estratificado, el cual fue adecuado para detectar variaciones en comunidades vegetales a lo largo de un territorio heterogéneo. Este enfoque permitió una cobertura eficiente del área de estudio según lo descrito por Mostacedo-Fredericksen (2000).

El patrón de ubicación de las parcelas se estableció considerando factores como la topografía irregular, la densidad de la vegetación y la accesibilidad variable a lo largo del sendero Las Cascadas. De acuerdo con lo señalado por Croft & Chow-Fraser, (2009), en estudios de vegetación es válido adaptar la ubicación exacta de las parcelas en campo para garantizar la seguridad y viabilidad del trabajo, siempre que se mantenga la representatividad y sistematicidad del muestreo. Estas adaptaciones no comprometieron la calidad de los datos recolectados (Rodríguez Malavé, 2024).

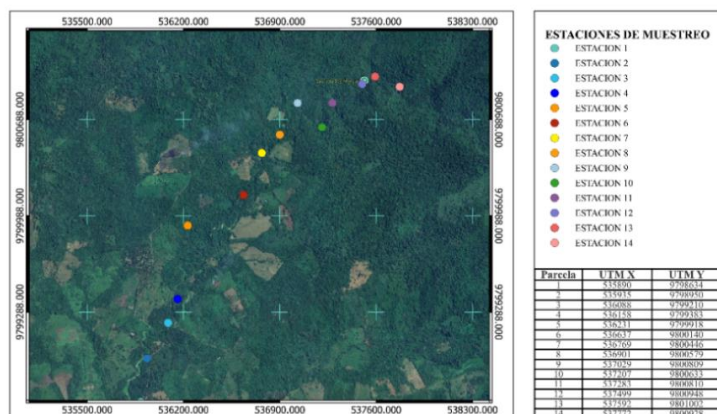
7.3.2. Establecimiento de parcelas de muestreo

Para la delimitación y distribución de las parcelas, se estableció un total de 14 parcelas permanentes con dimensiones de 20 x 20 metros (400 m²) cada

una, las cuales se distribuyeron a lo largo del sendero “Las Cascadas”, en la comuna Dos Mangas.

La ubicación preliminar de estas parcelas se definió tomando como referencia parcelas ya establecidas en estudios anteriores, como “Composición florística de helechos con su tipo de sustrato de crecimiento en el sendero Las Cascadas, comuna Dos Mangas.” Realizada por Rodríguez Malavé, (2024), en las cuales se consideraron factores como la topografía irregular del terreno, accesibilidad y la representatividad ecológica de la zona.

Figura 8. Esquema de las parcelas de muestreo



Nota: Estaciones de muestreo donde se ubicaron las parcelas.
Elaborado por el autor.

7.4.Recolección de datos

Durante el trabajo de campo, se aplicó una metodología estructurada para el levantamiento de información ecológica y botánica de las especies pertenecientes a los órdenes *Asparagales* y *Poales*. En cada unidad de muestreo (parcelas) se registraron los siguientes datos:

7.4.1. Parámetros registrados por especie

Los registros o parámetros registrados permitieron complementar la identificación taxonómica para de este modo establecer relación entre las variables del entorno y las especies del sendero las cascadas, como resultado se recopilaron parámetros geográficos, morfológicos y ambientales de caracterizar las condiciones ecológicas asociadas y su distribución para cada especie que se registró dentro de las parcelas de muestreo.

7.4.1.1. Coordenadas geográficas:

Cada individuo o agrupación fue georreferenciada utilizando un receptor GPS marca Garmin etrex 10, registrando la coordenadas en proyección UTM correspondiente a cada punto de observación para su posterior análisis en QGIS.

7.4.1.2. Tipo de sustrato y forma de crecimiento

Las especies se clasificaron según el tipo de sustrato en que crecen, siguiendo lo descrito por Grayum & Churchill, (1987), considerando tres formas principales:

- T: Terrestres (directamente sobre el suelo)
- E: Epífitas (sobre otras plantas, sin parasitarlas)

- R: Rupícolas (sobre superficies rocosas)

Para las especies epífitas, se incluyeron datos adicionales como la especie hospedera en donde se encuentran el individuo o agrupación y la altura en metros desde el suelo hasta la posición de la especie, utilizando un medidor láser Bosch GLM 50-27 CG, lo que garantizara una medición precisa y segura.

7.4.1.3. Registro fotográfico:

Cada especie fue fotografiada *in situ* para respaldar el análisis morfológico y la identificación. Se empleó una cámara Nikon Coolpix P950, la cual está diseñada para capturas a distancia con alto nivel de zoom. Las imágenes serán clasificadas y archivadas para su uso en la identificación y documentación visual.

7.4.1.4. Parámetros ambientales

En cada parcela se registraron variables ambientales básicas con el propósito de caracterizar las condiciones micro climáticas asociadas a la presencia de las especies.

7.4.2. Identificación taxonómica

La identificación de las especies pertenecientes a los órdenes Asparagales y Poales se llevó a cabo mediante el análisis de características morfológicas a partir de las fotografías registradas por la cámara Nikon Coolpix P950. Se emplearon las siguientes herramientas y recursos:

7.4.2.1. Guías, libros y claves de identificación.

Para la identificación de especies en la zona de estudio, se consultaron diversas fuentes bibliográficas que contengan descripciones morfológicas y guías ilustradas de la flora ecuatoriana y de regiones con ecosistemas similares. A continuación, se enumeran las principales referencias utilizadas:

- Monocotiledóneas: Reconocimiento morfológico y sistemático de familias representativas (2019)
- Principios para el estudio de las familias botánicas (2018)
- Botánica Sistemática del Ecuador (2004)– Ulloa Ulloa, C., Neill, D., y colaboradores.
- Flora del Bosque Protector Aguarongo (2019) – Vázquez, M. F., Vargas, H., Tapia, A., Neill, D., et al.

- Flora del Bosque de Garúa (árboles y epífitas) de la Comuna Loma Alta (2004) – Bonifaz, C. & Cornejo, X.

7.4.2.2. Plataformas digitales especializadas:

- iNaturalist Ecuador: Plataforma promovida por el Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO), que permite la comparación de observaciones fotográficas con registros taxonómicos verificados de la biodiversidad ecuatoriana.
- BioWeb Ecuador: Base de datos en línea del INABIO que ofrece fichas detalladas, taxonomía actualizada y mapas de distribución de especies registradas en el país.

7.4.2.3. Validación de especies registradas:

La validación de las especies identificadas se llevó a cabo mediante la verificación con profesionales con experiencia en el área botánica y relación con la flora de la región. Este proceso se realizó con el apoyo de la Bióloga Dadsania Rodríguez y el Biólogo Carlos Carbo, quienes

colaborarán en la confirmación taxonómica de las especies registradas. Este procedimiento permitió garantizar la precisión y confiabilidad de la identificación de las especies recolectadas en el área de estudio.

7.5. Fase de gabinete

7.5.1. Procesamiento de datos y análisis SIG

El procesamiento de los datos se llevó a cabo mediante el software **QGIS (versión 3.34)**, que permitió la gestión y análisis de información geoespacial, en donde se integrarán capas base.

7.5.2. Carga de Datos

Los puntos georreferenciados obtenidos en campo fueron importados en formato **.txt** al entorno SIG, donde se aplicó un proceso de depuración y validación de coordenadas (QGIS resources , 2025).

7.5.3. Creación de mapas temáticos

Con la información procesada se elaboraron mapas temáticos que permitieron representar la distribución de las especies de los órdenes Asparagales y Poales, identificar agrupamientos o patrones de dispersión mediante simbología diferenciada, generar mapas de presencia y densidad

por especie, así como analizar relaciones adicionales, incluyendo la distancia a caminos, gradientes de altitud y exposición, cuando las condiciones topográficas del área lo permitan (Qgis, 2025).

7.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos inicialmente se organizaron y procesaron en Microsoft® Excel® para Microsoft 365 (versión 2505, compilación 16.0.18827.20102, 64 bits), lo que permitió simplificar su gestión y realizar un análisis estadístico.

7.6.1. Abundancia relativa (%)

Se calculó la abundancia relativa como la relación entre el número de ejemplares de cada especie y el total de ejemplares muestreados en el área de estudio. Este marcador facilitó la identificación de la relevancia ecológica y prevalencia de cada especie en las distintas áreas del camino.

La fórmula que se empleó fue:

$$Abundancia\ relativa\ (\%) = \left(\frac{n_i}{N}\right) \times 100$$

donde:

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos registrados

Este cálculo posibilitó efectuar comparativas numéricas entre especies y determinar cuáles son las más predominantes en cada territorio.

7.6.2. Porcentaje de constancia (%)

Para establecer el número de veces que cada especie se presentó en los lugares muestreados, se determinó el porcentaje de constancia. Este indicador señala la constante presencia de una especie en los diferentes lugares del camino, identificando patrones de distribución espacial.

La fórmula usada fue:

$$Constancia (\%) = \left(\frac{P_i}{P}\right) \times 100$$

P_i: número de parcelas donde se registró la especie

P: número total de parcelas

Este análisis permitió distinguir especies generalistas con amplia distribución de aquellas con presencia más localizada.

7.6.3. Índice de diversidad de Simpson

El índice de Simpson fue empleado para cuantificar la diversidad de especies considerando tanto el número de especies como la abundancia relativa de cada una. Este índice es particularmente útil en estudios de distribución porque nos ayudó a identificar si la diversidad de las comunidades varía entre las diferentes parcelas del sendero, se usó la formula:

$$\text{Índice de Simpson} = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

Donde:

n: número total de organismos de una especie

N: número total de organismos

7.6.4. Análisis de correlación estadística

Para determinar la relación entre la densidad de las especies y las particularidades ambientales de las zonas del sendero, se llevó a cabo un análisis de correlación estadística. Este procedimiento permite identificar la intensidad y dirección de la asociación entre variables ecológicas,

proporcionando evidencia sobre cómo los gradientes ambientales pueden influir en la diversidad y distribución de las especies.

7.6.4.1. Coeficiente de correlación de Spearman

El análisis de correlación se realizó utilizando el coeficiente de correlación de Spearman (ρ), debido a que los datos no presentaron una distribución normal.

Este coeficiente no paramétrico permite determinar la fuerza y dirección de la relación monótona entre dos variables, en este caso entre el índice de diversidad de Simpson (Y) y las variables ambientales registradas (X) en cada parcela.

La expresión general de Spearman es:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

ρ : coeficiente de correlación de Spearman.

d_i : diferencia entre los rangos de las dos variables (X e Y).

n : número de observaciones (en este estudio, 14 parcelas).

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

8.1. Composición florística y caracterización taxonómica

8.1.1. Registro de especies y estructura taxonómica

El estudio realizado en la comuna Dos Mangas, sendero “Las Cascadas”, comprendió una fase de muestreo que tuvo una duración de 4 meses entre julio y octubre, donde se lograron registrar un total de 1 435 individuos, pertenecientes a los órdenes Asparagales y Poales que se clasificaron en 6 familias, 14 géneros y 18 especies, (Tabla 2).

Los datos recolectados en campo revelaron una notable diferencia en la distribución de ambos ordenes en donde se mostró una mayor representatividad por parte del orden Poales con un total de 13 de especies distribuidas entre las familias Bromeliaceae, Poaceae y Cyperaceae, mientras que el orden Asparagales estuvo representado únicamente por 5 especies de familias como Orchidaceae y Amaryllidaceae.


Tabla 2. Registro de especies encontradas en el sendero "Las Cascadas"

ORDEN	FAMILA/SUBFAMILIA	GENERO	ESPECIE	CANTIDAD
Poales	Bromeliaceae/ Bromelioideae	<i>Aechmea</i>	<i>Aechmea bracteata</i>	21
			<i>Aechmea nudicaulis</i>	17
			<i>Aechmea magdalenae</i>	5
	Bromeliaceae/ Tillandsioideae	<i>Guzmania</i>	<i>Guzmania monostachia</i>	410
			<i>Guzmania lingulata</i>	166
		<i>Wallisia</i>	<i>Wallisia cyanea</i>	38
		<i>Lemeltonia</i>	<i>Lemeltonia narthecioides</i>	282
			<i>Lemeltonia dodsonii</i>	9
	Poaceae	<i>Guadua</i>	<i>Guadua angustifolia</i>	275
			<i>Bambusa</i>	<i>Bambusa oldhamii</i>
<i>Eleusine</i>			<i>Eleusine indica</i>	5
<i>Steinchisma</i>			<i>Steinchisma laxum</i>	134
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus meyerianus</i>	14	
Asparagales	Amaryllidaceae	<i>Hippeastrum</i>	<i>Hippeastrum puniceum</i>	19
	Orchidaceae	<i>Eulophia</i>	<i>Eulophia maculata</i>	6
		<i>Cattleya</i>	<i>Cattleya maxima</i>	2
		<i>Catasetum</i>	<i>Catasetum macrocarpum</i>	2
		<i>Maxillaria</i>	<i>Maxillaria</i> spp.	9

8.1.2. Fichas taxonómicas de especies registradas


8.1.2.1. Especies del orden Asparagales

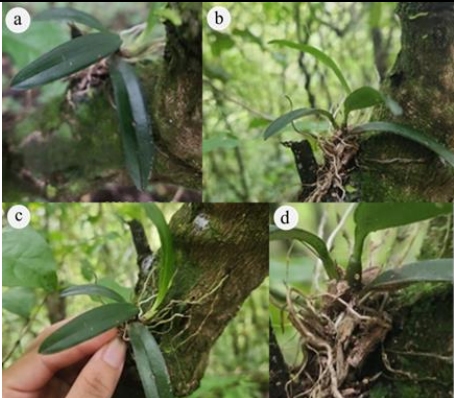
8.1.2.1.1. Familia Amaryllidaceae


<i>Hippeastrum puniceum</i>	
	Taxonomía
	Orden Asparagales Familia Amaryllidaceae Genero <i>Hippeastrum</i> Especie <i>Hippeastrum puniceum</i>
	Nombre común: Azucena Roja
	Descripción de fotografías
a) Hábito general de la planta; b) Flor con seis tépalos libres dispuestos en dos verticilos trímeros, color anaranjado intenso.; c) Bulbo subterráneo; d) Hojas lineares en disposición basal.	

8.1.2.1.2. Familia Orchidaceae

<i>Eulophia maculata</i>	
	Taxonomía
	Orden Asparagales Familia Orchidaceae Genero <i>Eulophia</i> Especie <i>Eulophia maculata</i>
	Nombre común: Orquídea Monja Africana
	Descripción de fotografías
	a) Hoja oblongo-lanceolada con moteado irregular y nervadura paralela. b) Inflorescencia racemosa con cápsulas inmaduras dehiscentes. c) Hábito terrestre de la especie en sotobosque húmedo con suelo orgánico.

<i>Cattleya maxima</i>	
	Taxonomía
	Orden Asparagales Familia Orchidaceae Genero <i>Cattleya</i> Especie <i>Cattleya maxima</i>
	Descripción de fotografías
	a) Flor trímera, zigomorfa, con tres sépalos externos linear-lanceolados y tres pétalos. b) Hoja coriácea unifoliada emergente de pseudobulbo alargado. c) Detalle lateral de la flor mostrando la disposición del cáliz, corola y columna. d) Vista general de la planta epífita adherida a tronco cubierto de musgo.

<i>Maxillaria spp.</i>	
	Taxonomía
	Orden Asparagales Familia Orchidaceae Genero <i>Maxillaria</i> Especie <i>Maxillaria spp.</i>
	Descripción de fotografías
	a) Raíces aéreas velaminosas adheridas firmemente a la corteza. b) Pseudobulbos ovoides con hojas elíptico-lanceoladas alternas. c) Brotes jóvenes emergentes de la base del rizoma. d) Vista general del individuo epífita sobre rama cubierta de líquenes.


<i>Catasetum macrocarpum</i>	
	Taxonomía Orden Asparagales Familia Orchidaceae Genero <i>Catasetum</i> Especie <i>Catasetum macrocarpum</i>
	Descripción de fotografías a) Vista general del individuo epífito con hojas grandes, plicadas, dispuestas en abanico. b) Detalle de una hoja mostrando textura membranácea y nervadura paralela.



8.1.2.2. Especies del orden Poales

8.1.2.2.1. Familia Poaceae

<i>Guadua angustifolia</i>	
	Taxonomía Orden Poales Familia Poaceae Genero <i>Guadua</i> Especie <i>Guadua angustifolia</i>
	Nombre común: Caña
	Descripción de fotografías a) Culmos leñosos agrupados; b) Detalle de entrenudos con ramas laterales; c) Hojas lanceoladas dispuestas alternamente.



<i>Bambusa oldhamii</i>	
	Taxonomía Orden Poales Familia Poaceae Genero <i>Bambusa</i> Especie <i>Bambusa oldhamii</i>
	Nombre común: caña
	Descripción de fotografías a) Culmos leñosos con vainas persistentes; b) Agrupación de tallos en zona boscosa; c) Detalle de hojas alternas lanceoladas.


<i>Eleusine indica</i>	
	Taxonomía Orden Poales Familia Poaceae Genero <i>Eleusine</i> Especie <i>Eleusine indica</i>
	Descripción de fotografías a) Hábito herbáceo con hojas lineares; inflorescencia terminal digitada con espiguillas opuestas.


<i>Steinchisma laxum</i>	
 	Taxonomía Orden Poales Familia Poaceae Genero <i>Steinchisma</i> Especie <i>Steinchisma laxum</i>
	Descripción de fotografías a) Inflorescencia ramificada y laxa; b) Hojas alternas de margen liso; hábito herbáceo rastrero en zonas húmedas.

8.1.2.2.2. Familia Bromeliaceae


a. Subfamilia Bromelioideae


<i>Aechmea nudicaulis</i>	
 	Taxonomía Orden Poales Familia Bromeliaceae Subfamilia Bromelioideae Genero <i>Aechmea</i> Especie <i>Aechmea nudicaulis</i>
	Nombre común: Pega pollo
	Descripción de fotografías a) Inflorescencia emergente con brácteas rosadas; b) Planta epífita adherida a rama; c) Detalle lateral del escapo floral; d) Hábito general del individuo en el tronco.


<i>Aechmea bracteata</i>	
	Taxonomía
	Orden Poales Familia Bromeliaceae Subfamilia Bromelioideae Genero <i>Aechmea</i> Especie <i>Aechmea bracteata</i>
	Nombre común: Gallito
	Descripción de fotografías
a) Hábito epífita con roseta foliar amplia; b) Detalle de inflorescencia ramificada; c) Brácteas imbricadas de color rojizo; d) Escapo erecto con frutos en desarrollo.	


<i>Aechmea magdalenae</i>	
	Taxonomía
	Orden Poales Familia Bromeliaceae Subfamilia Bromelioideae Genero <i>Aechmea</i> Especie <i>Aechmea magdalenae</i>
	Nombre común: Pita
	Descripción de fotografías
a) Inflorescencia compuesta de color rojo intenso; b) Vista general de la planta; c) Agrupación de individuos formando colonias.	


c. Subfamilia Tillandsioideae

<i>Guzmania lingulata</i>	
	Taxonomía
	Orden Poales Familia Bromeliaceae Subfamilia Tillandsioideae Genero <i>Guzmania</i> Especie <i>Guzmania lingulata</i>
	Nombre común:
	Descripción de fotografías
a) Inflorescencia con brácteas rojas y flores amarillas; b) Planta epífita con roseta de hojas arqueadas; c) Escapo floral con disposición espiral; d) Base foliar con raíces de sujeción.	


<i>Guzmania monostachia</i>	
	Taxonomía
	Orden Poales Familia Bromeliaceae Subfamilia Tillandsioideae Genero <i>Guzmania</i> Especie <i>Guzmania monostachia</i>
	Nombre común:
	Descripción de fotografías
a) Inflorescencia simple con brácteas rojas; b) Planta epífita en rama; c) Detalle de inflorescencia madura; d) Hábito terrestre con hojas ensiformes.	

<i>Wallisia cyanea</i>	
	Taxonomía
	Orden Poales Familia Bromeliaceae Subfamilia Tillandsioideae Genero <i>Wallisia</i> Especie <i>Wallisia cyanea</i>
	Descripción de fotografías
	a) Inflorescencia aplanada con brácteas rosadas; b) Planta epífita con hojas arqueadas; c) Vista general del individuo; d) Detalle de raíces adheridas al tronco.

<i>Lemeltonia nathercioides</i>	
	Taxonomía
	Orden Poales Familia Bromeliaceae Subfamilia Tillandsioideae Genero <i>Lemeltonia</i> Especie <i>Lemeltonia nathercioides</i>
	Descripción de fotografías
	a) Planta epífita con hojas delgadas y curvadas; b) Detalle de hojas erectas con ápices agudos; c) Raíces adventicias visibles; d) Inflorescencia terminal delgada.

<i>Lemeltonia dodsonii</i>	
	Taxonomía
	Orden Poales Familia Bromeliaceae Subfamilia Tillandsioideae Genero <i>Lemeltonia</i> Especie <i>Lemeltonia dodsonii</i>
	Descripción de fotografías
	a) Individuos epifitos con hojas cilíndrico-filiformes; b) Hojas lineares recurvadas; c) Inflorescencia lateral con flores pequeñas.

8.1.2.2.3. Ficha de la Familia Cyperaceae

<i>Cyperus meyenianus</i>	
	Taxonomía
	Orden Poales Familia Cyperaceae Genero <i>Cyperus</i> Especie <i>Cyperus meyenianus</i>
	Descripción de fotografías
	a) Hábito herbáceo cespitoso con tallos trígonos; hojas basales lineares y umbela apical compuesta por espiguillas verdosas.

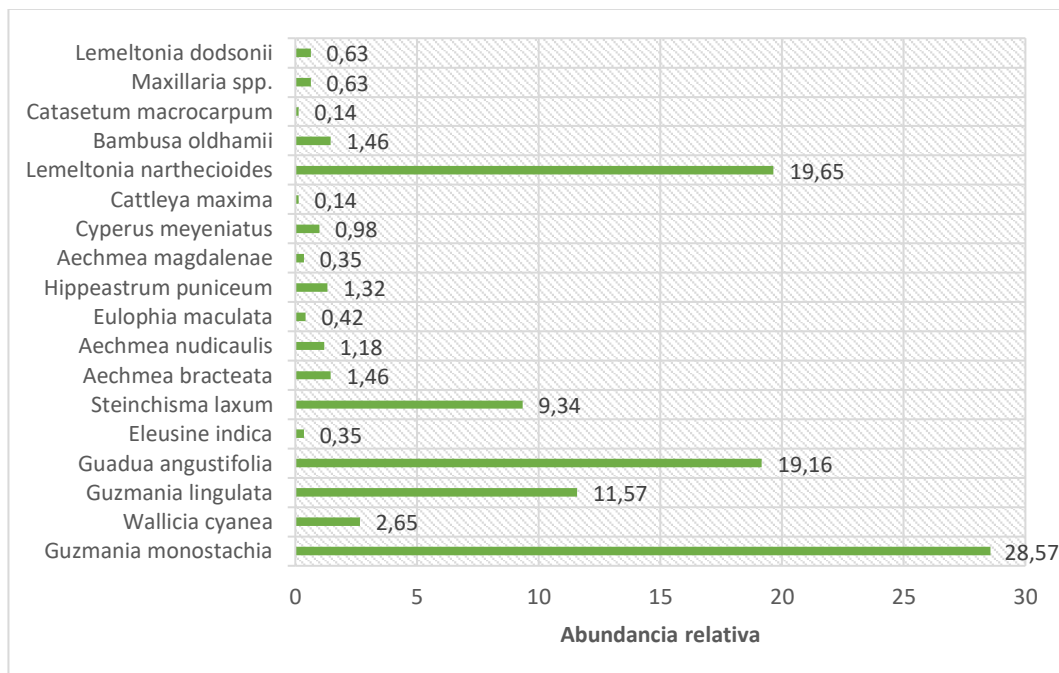
8.1.3. Abundancia relativa y dominancia de especies

El análisis de la abundancia relativa logro determinar una marcada dominancia de orden Poales, donde el mayor porcentaje correspondió a *G. monostachia* con una representación del 28,57%, seguida por *L. narthecioides* con el 19,65%, *G. angustifolia* con el 19,16%, *G. lingulata*

con el 11.57% y *S. laxum* con 9,34%, completando así un aproximado del 86% de especies registradas distribuidas en solo 5 especies.

Las especies que representaron el mejor porcentaje fueron principalmente del orden Asparagales como *C. maxima* y *C. macrocarpum* con el 0,14% de representación cada una, junto con *E. indica* y *A. magdalenae* con el 0,35% cada una, clasificándose como especies de baja abundancia relativa. Estas especies, junto con *E. maculata* con un porcentaje de 0,42%, y *C. meyeniatius* con 0,98%, fueron considerados taxones escasos o con poca ocurrencia en el área de estudio.

Figura 9. Abundancia relativa de las especies de Asparagales y Poales registradas.



8.2. Distribución espacial y patrones de diversidad

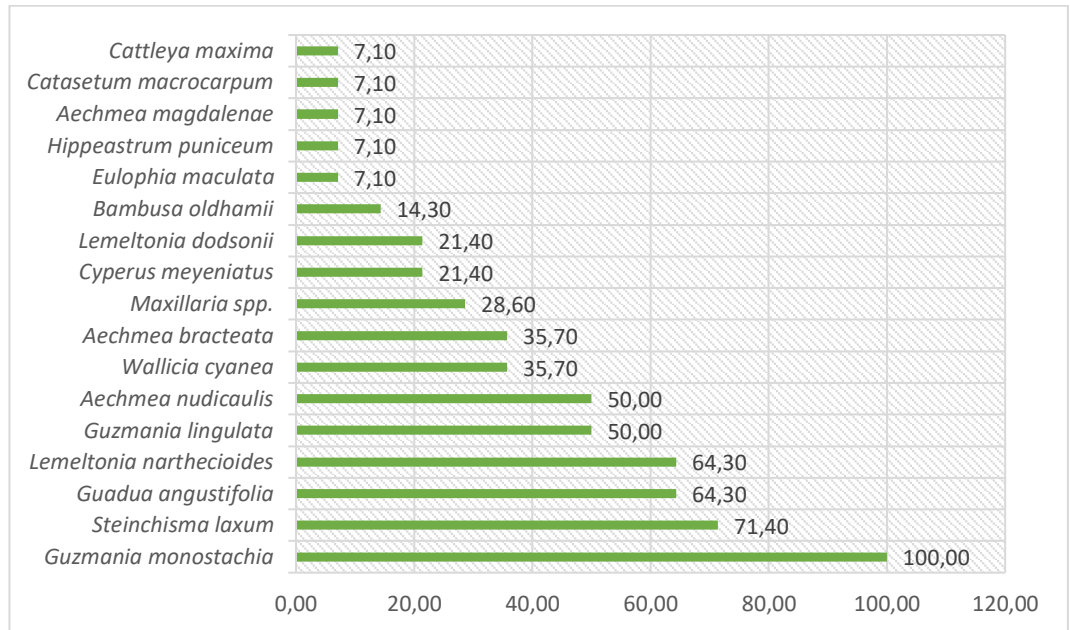
8.2.1. Constancia y frecuencia de especies

Mediante el cálculo del porcentaje de constancia, se determinó que la única especie registrada en las catorce parcelas de muestreo fue *Guzmania monostachia*, considerada como especie ubicua dentro del gradiente analizado.

Otras especies con valores elevados de constancia fueron *Steinchisma laxum* (71,4 %), *Guadua angustifolia* (64,3 %) y *Lemeltonia narthecioides* (64,3 %), las cuales se clasifican como especies constantes, por su presencia recurrente en más de la mitad de las unidades de muestreo, mientras que las especies de constancia intermedia, presentes entre el 25 % y 50 % de las parcelas, incluyeron a *Guzmania lingulata* y *Aechmea nudicaulis* (51,7 %).

Por otro lado, se registraron especies con constancias inferiores al 10 %, tales como *Cattleya maxima*, *Catasetum macrocarpum*, *Hippeastrum puniceum*, *Eulophia maculata* y *Aechmea magdalenae*, las cuales se consideran especies restringidas o de ocurrencia esporádica dentro del área de estudio.

Figura 10. Porcentaje de constancia de especies



8.2.2. Variación del índice de diversidad de Simpson

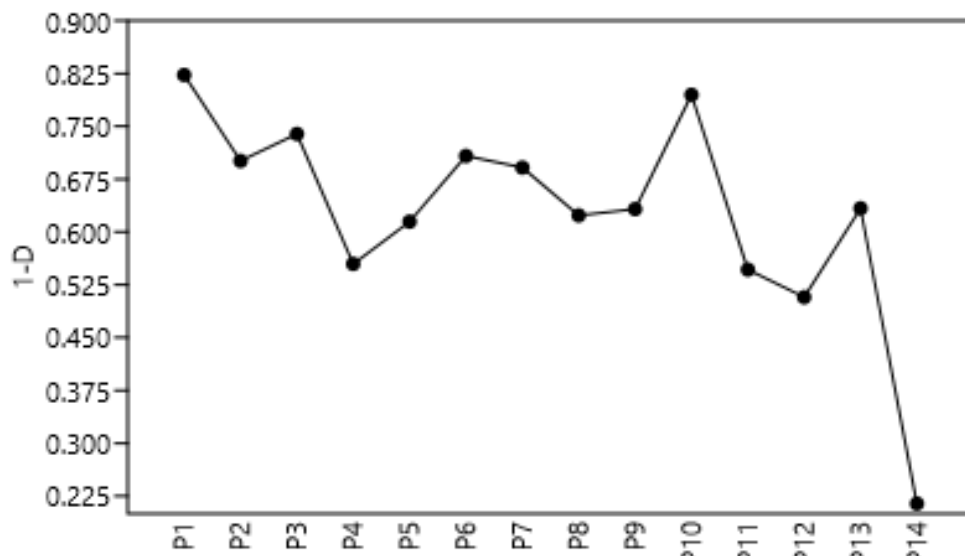
Este análisis evidencio una distribución heterogénea de la diversidad vegetal a lo largo del sendero, los datos obtenidos oscilaron entre los rangos 0.2143 y 0.8229 reflejando diferencias significativas en las estructuras de las comunidades.

Las parcelas P1 (0,8229) y P10 (0,7848) presentaron los valores de diversidad más altos, lo que indica una distribución más equilibrada, en

cambio, las parcelas P14 (0,2143) y P12 (0,5075), mostraron los valores más bajos evidenciando una dominancia de especies en esta parcela como en el caso de *L. narthecioides* y *G. monostachia*.

Se percibió una tendencia en la disminución progresiva de la diversidad con el incremento de la altitud m.s.n.m., y el incremento de especies de hábitos epifitos en relacion a condiciones microclimáticas más restrictivas en zonas elevadas mientras que las parcelas de altitudes medias, como P5 (0.6147), P7 (0.6916) y P9 (0.6325), mostraron valores intermedios, reflejando su transición dentro del gradiente ambiental.

Figura 11. Variación espacial del índice de diversidad de Simpson (1-D) en las 14 parcelas de muestreo



8.2.2. Mapas de distribución por gradiente altitudinal

8.2.2.1. Altitud baja (78.19 - 112.17 msnm)

El análisis cartográfico del estrato altitudinal bajo evidencia una notable heterogeneidad florística y complejidad estructural. En estas parcelas se documenta la coexistencia de especies terrestres de Poaceae, representadas por *Guadua angustifolia* y *Steinchisma laxum*, con taxones epífitos de Bromeliaceae, predominantemente *Guzmania monostachia* y *Aechmea nudicaulis*.

La composición vegetal de esta área muestra un grado de complejidad de estratos definidos como sotobosque, estrato medio y cobertura dosel. Los mapas de distribución evidencian un patrón de dispersión homogéneo de las especies, sin dominancias marcadas de taxones particulares.

Figura 12. Parcela 1

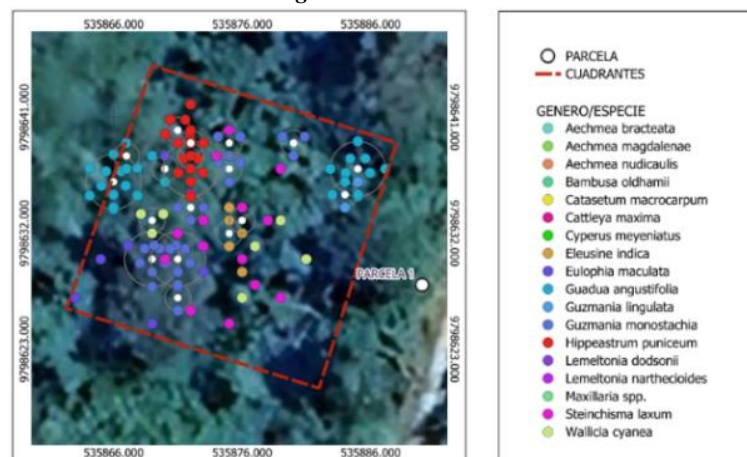


Figura 13. Parcela 2

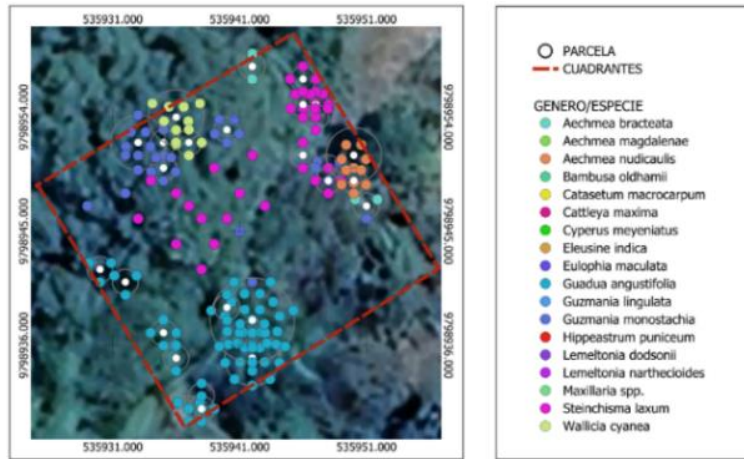


Figura 14. Parcela 3

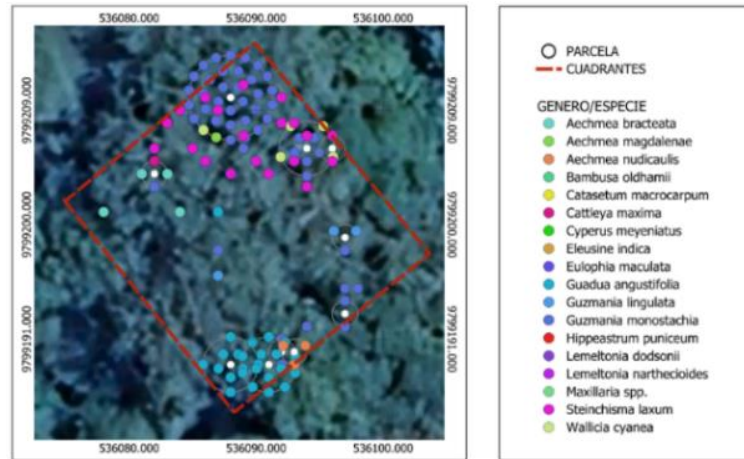


Figura 15. Parcela 4

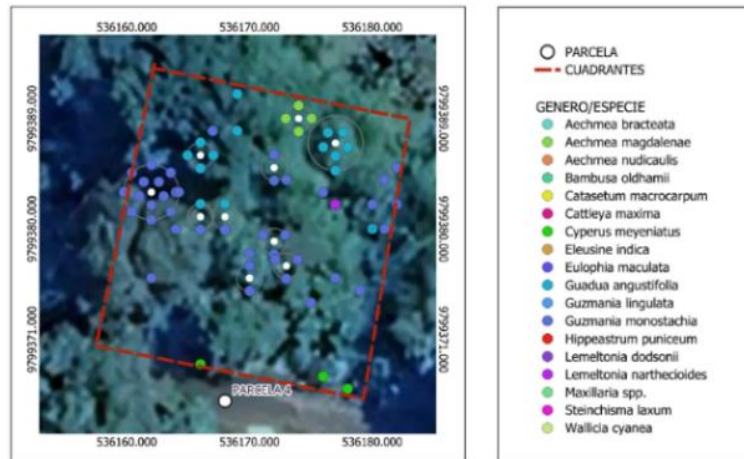
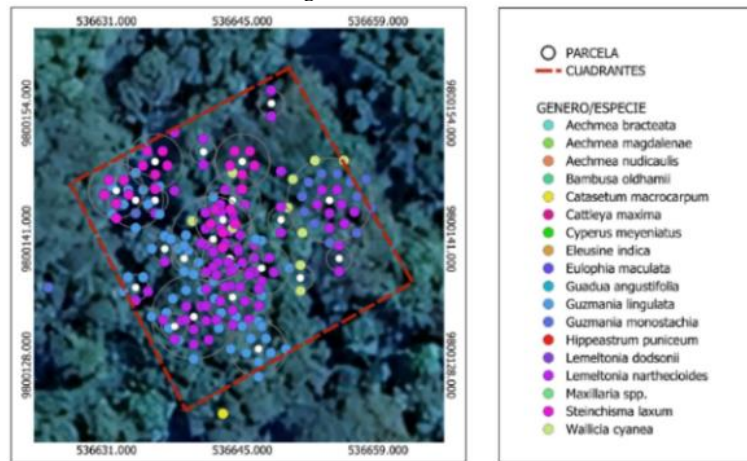


Figura 16. Parcela 6



8.2.2.2. Altitud media (116.88 - 137.43 msnm)

A medida se eleva el nivel del suelo, el paisaje vegetal experimenta una transformación gradual. Las bromelias epífitas, especialmente del género *Guzmania* y *Lemeltonia*, comienzan a ganar presencia, agrupándose en comunidades más densas. Así como las especies terrestres como las Poaceae se empiezan a distribuir de manera más dispersa y menos uniforme.

En esta sección la cobertura dosel es ligeramente menor y permite el paso de la luz creando condiciones intermedias y creando parche donde se acumulan epífitas en arboles hospederos, mientras que las especies terrestres se redistribuyen en un patrón más fragmentado.

Figura 17. Parcela 5

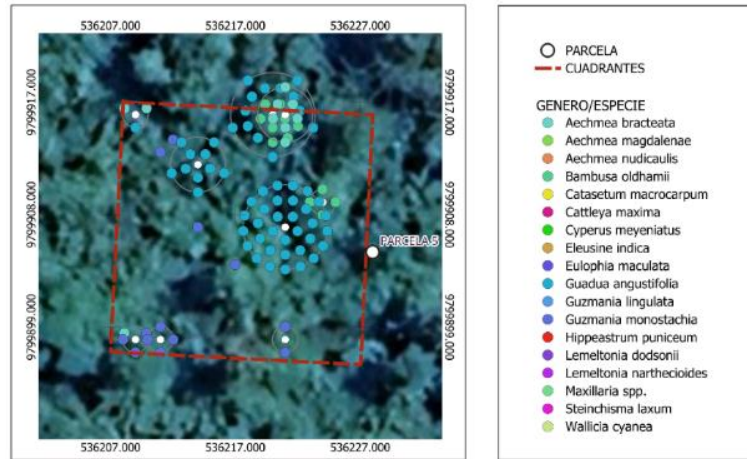


Figura 18. Parcela 7

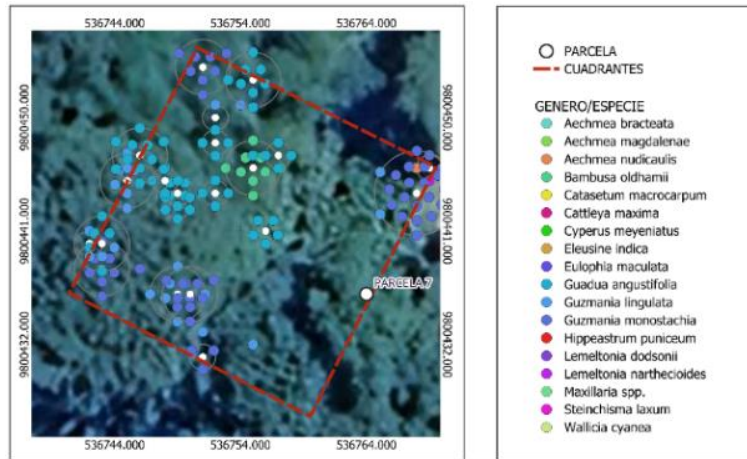


Figura 19. Parcela 8

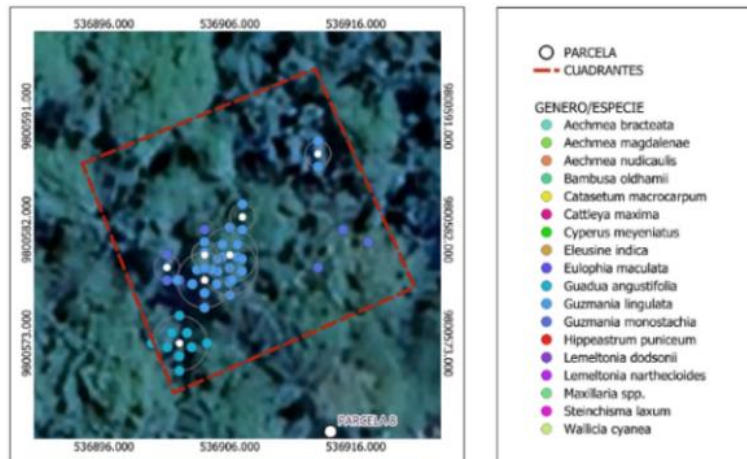
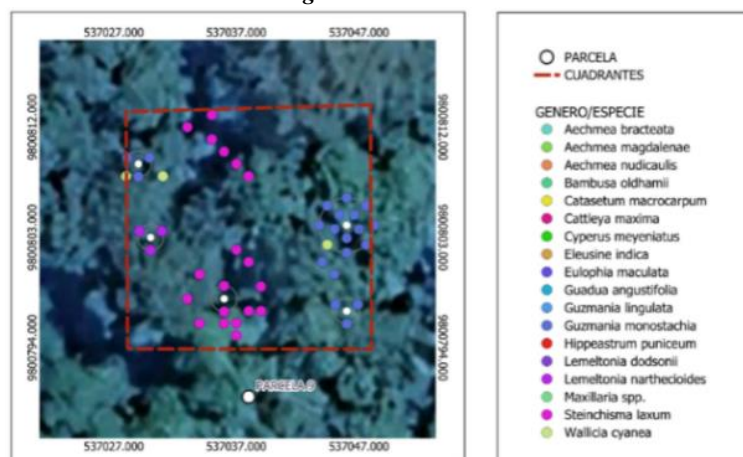


Figura 20. Parcela 9



8.2.2.1. Altitud Alta (159.21 - 188.37 msnm)

En las secciones más altas del sendero, se registra mayor predominio de especies epifitas principalmente del género *Guzmania* y *Lemeltonia*, las cuales forman poblaciones densas que cubren las superficies arbóreas en esta área la estructura del bosque se simplifica y pierde complejidad estructural en relación a las zonas inferiores.

Estos patrones se presentan en condiciones ambientales singulares, como una elevada saturación de la humedad atmosférica y menores temperaturas, las cuales actuaron como mecanismos selectivos para el establecimiento de comunidades epifitas especializadas.

Figura 21. Parcela 10

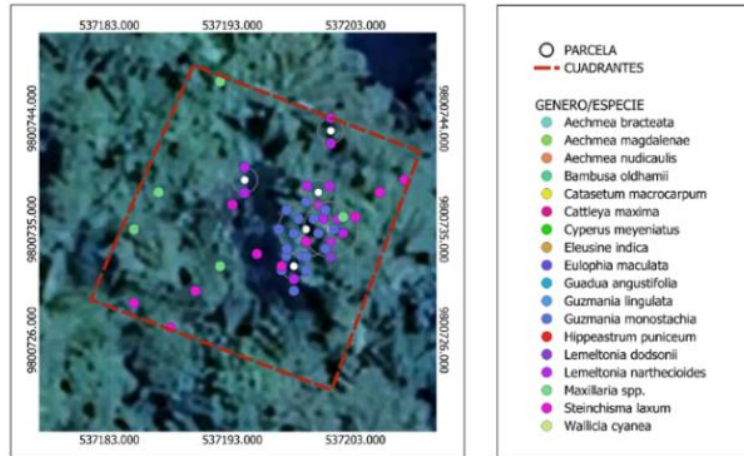


Figura 22. Parcela 11

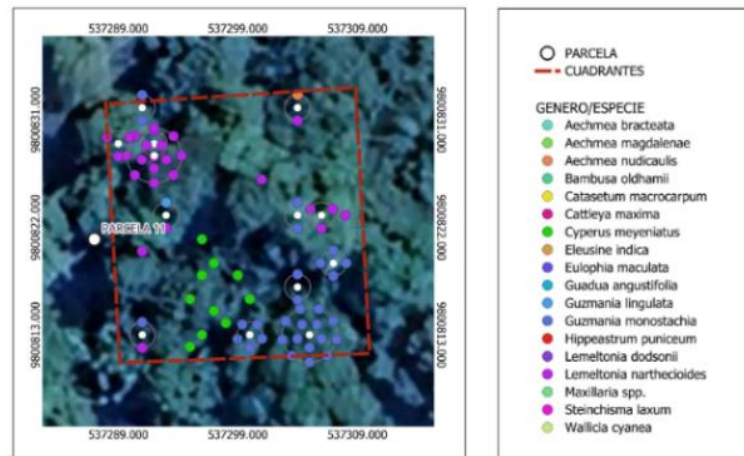


Figura 23. Parcela 12

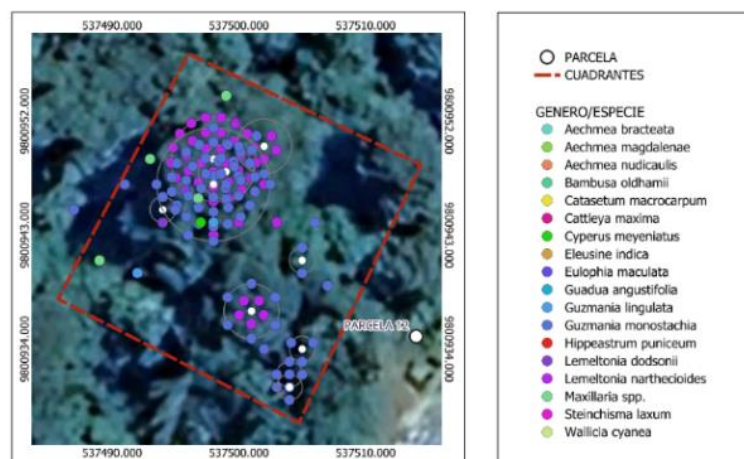


Figura 24. Parcela 13

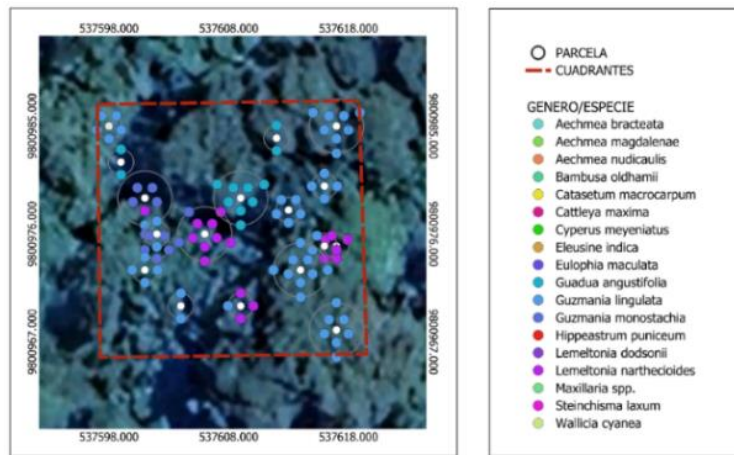
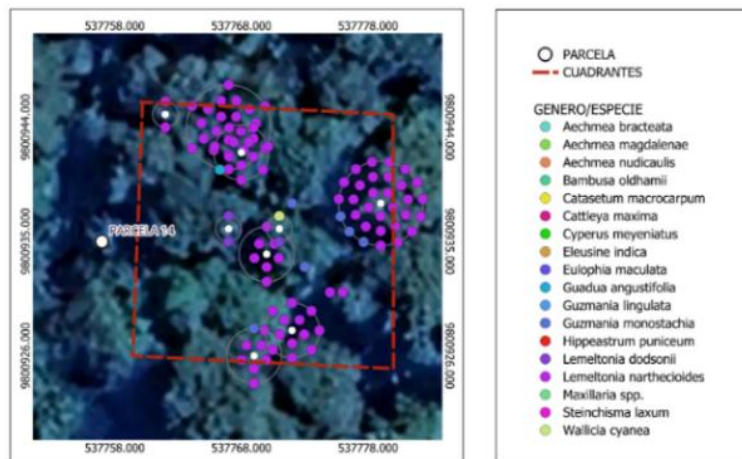


Figura 25. Parcela 14



8.3. Relaciones ambientales y factores asociados

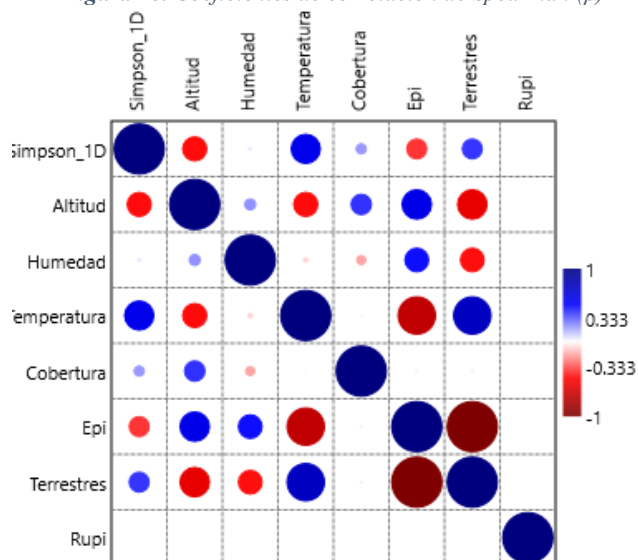
8.2.3. Correlación entre diversidad y variables ambientales

El análisis estadístico mediante el coeficiente de Spearman nos permite comprender las relaciones entre la diversidad vegetal y su entorno en el sendero Las Cascadas. Los resultados muestran que, a medida que ascendemos en altitud, la diversidad de especies disminuye de manera

consistente ($\rho = -0.56$), revelando cómo el gradiente altitudinal actúa como un filtro ambiental que limita el desarrollo de comunidades diversas en las zonas más elevadas. Un factor favorable para la diversidad ($\rho = 0.46$) es la temperatura dando como resultado que los ambientes más cálidos tengan condiciones para comunidades vegetales más diversas y complejas

Al examinar las formas de crecimiento, descubrimos un patrón particularmente revelador: las comunidades donde predominan las especies epífitas tienden a ser menos diversas ($\rho = -0.39$), mientras que aquellas con mayor presencia de especies terrestres mantienen una mayor equidad específica ($\rho = 0.39$). Esta relación inversa nos muestra cómo diferentes estrategias de vida vegetal se asocian con distintos niveles de diversidad en el ecosistema.

Figura 26. Coeficientes de correlación de Spearman (ρ)



DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1.DISCUSIÓN

El presente estudio evidencia que la distribución de los órdenes Asparagales y Poales en el sendero Las Cascadas está fuertemente influenciada por el gradiente altitudinal, el cual actúa como un filtro ambiental que selecciona a las especies según sus adaptaciones morfofisiológicas y estrategias ecológicas. La marcada predominancia de Poales, que concentró el 88% de los individuos registrados, coincide con lo establecido por Givnish et al. (2014) para ecosistemas tropicales estacionales, donde las innovaciones evolutivas relacionadas con la eficiencia fotosintética y el uso de agua explican su éxito en ambientes sujetos a alta estacionalidad.

Los resultados también confirman una tendencia clara: a mayor altitud, menor diversidad vegetal ($\rho = -0.56$), un patrón ampliamente reportado en bosques tropicales de montaña (Vistín et al., 2022). En las zonas superiores del sendero, las condiciones microclimáticas —caracterizadas por temperaturas más bajas y elevados niveles de humedad ambiental— generan un ambiente más exigente que favorece únicamente a especies con adaptaciones especializadas. Esta dinámica explica la transición observada a lo largo del gradiente: mientras las zonas bajas

albergan comunidades diversas con múltiples formas de vida, las áreas de mayor elevación presentan agrupaciones más homogéneas dominadas por bromelias epífitas.

La relación negativa entre la presencia de epífitas y la diversidad total ($\rho = -0.39$) respalda lo propuesto por Benzing (2000), quien señala que estas plantas desarrollan adaptaciones altamente específicas para colonizar microhábitats arbóreos, lo que restringe la coexistencia con otras especies. Por el contrario, la correlación positiva con las especies terrestres ($\rho = 0.39$) sugiere que estas poseen mayor amplitud ecológica, permitiendo el establecimiento de comunidades vegetales más diversas y estructuralmente complejas.

Asimismo, la constancia del 100% de *Guzmania monostachia* la posiciona como una especie clave dentro del ecosistema estudiado. Su capacidad para desarrollarse tanto como epífita como terrestre, descrita por Pérez-Escobar et al. (2023), le permite ocupar variados nichos y responder favorablemente a las condiciones del gradiente altitudinal. En contraste, la presencia aislada de *Bambusa oldhamii*, especie introducida, constituye un indicador de posibles perturbaciones antrópicas que podrían modificar la estructura natural de la vegetación, hecho que coincide con lo documentado por Cedeño et al. (2025) en áreas protegidas de la región.

9.2. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió caracterizar que el sendero “Las Cascadas” se encuentra dominada ecológica y estructuralmente por el orden Poales, el cual experimentalmente constituyó el 88% de los individuos muestreados. La familia Bromeliaceae representa el grupo más destacado de la comunidad, la cual sólo queda encarnada por *Guzmania monostachia* y *Lemeltonia narthecioides*, consideradas las especies hiperdominantes. En contraposición, los Asparagales mostraron riqueza y abundancia extremadamente menores, siendo representados casi exclusivamente por orquídeas con poblaciones pequeñas y distribuciones restringidas, identificándose como componentes minoritarios, pero claramente especializados del ensamblaje florístico.

Se confirma la existencia de un claro patrón espacial en la diversidad de la vegetación, el cual está regido por un gradiente asociado a la altitud. El índice de Simpson (1-D) puso en manifiesto que la diversidad decrecía de forma significativa y progresiva con la altitud. Las parcelas de altitud más baja presentaron comunidades más diversas y equitativas con respecto a la altitud. Las parcelas de altitud más alta presentaron comunidades menos diversas que estaban dominadas por especies epífitas muy especializadas, las cuales evidenciaron una

simplificación de la comunidad por la presión que éstas ejercían en condiciones ambientales más restrictivas.

El análisis de la correlación de Spearman permitió confirmar que el gradiente altitudinal es el principal factor ambiental que explica la diversidad ($\rho = -0.56$), el cual además funciona como un filtro ecológico que lleva a seleccionar a las especies con determinado grupo de adaptaciones y que favorece a la diversidad ($\rho = 0.46$). La temperatura es un factor modulador del que se ha detectado una influencia positiva ($\rho = 0.46$); por el contrario, también se muestra que la abundancia de las especies epífitas es inversamente proporcional a la diversidad ($\rho = -0.39$), por lo que las condiciones que favorecen la dominancia de este hábito de crecimiento (por ejemplo, alta humedad y baja temperatura en las zonas más elevadas) determinan condiciones restrictivas para que una comunidad más diversa de especies de plantas de tipo terrestre se pueda establecer

El análisis de la constancia ha definido a *Guzmania monostachia* como especie clave y bioindicadora por su presencia (100% de las parcelas) y plasticidad ecológica en los diferentes hábitats del gradiente; ello permitió que especies como *Steinchisma laxum*, *Guadua angustifolia* y *Lemeltonia narthecioides* se constituyan en característicos y constantes de la estructura de la vegetación. La escasa presencia de orquídeas como *Cattleya maxima* y *Catasetum macrocarpum* las propone como especies sensibles o con requerimientos específicos de hábitat, potenciales bioindicadores de los estados de conservación o perturbación.

El análisis cartográfico de la distribución espacial a partir de los estratos altitudinales puso de manifiesto una disminución gradual de la complejidad estructural del bosque en la dirección del aumento de la altitud, pero sí se va desde un bosque con estratos bien definidos y distribución homogénea de las especies en altitudes bajas, hasta arribar en un bosque de estructura simplificada en altitudes altas con predominio del estrato epífita, y de bromelias en particular, sobre el estrato herbáceo terrestre. Lo anterior es una respuesta directa de la comunidad vegetal a las variaciones microclimáticas implicadas en el paso de un gradiente topográfico.

9.3.RECOMENDACIONES

- Establecer programas de monitoreo permanentes en las comunidades especializadas de altitudes superiores, para evaluar su dinámica poblacional y respuesta ante el cambio climático.
- Definir medidas de gestión para limitar la incidencia de las actividades humanas, por ejemplo, restringiendo el acceso turístico a las áreas sensibles y regulando las especies introducidas que puedan alterar el equilibrio del ecosistema.
- Realizar estudios sobre las condiciones microclimáticas (humedad, radiación solar, evapotranspiración) que determinan la distribución especializada de las comunidades de epífitas en las zonas más altas del sendero.

BIBLIOGRAFIA

Ahmed, N., Atzberger, C., & Worku Zewdie. (2021). Species Distribution Modelling performance and its implication for Sentinel-2-based prediction of invasive *Prosopis juliflora* in lower Awash River basin, Ethiopia | *Ecological Processes* | Full Text.
<https://ecologicalprocesses.springeropen.com/articles/10.1186/s13717-021-00285-6>

Carreño Maldonado, O. D. (2024). Capacidad de almacenamiento de carbono del bosque nativo de la comuna Dos Mangas, provincia de Santa Elena.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12220>

Catedra farmacobotanica. (2013).
<https://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/farmacobotanica/wp-content/uploads/2013/08/Complemento-te%C3%B3rico-Monocotiledoneas.pdf> [Complemento Teórico – Monocotiledóneas].
<https://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/farmacobotanica/wp-content/uploads/2013/08/Complemento-te%C3%B3rico-Monocotiledoneas.pdf>

CDB. (2022). Aichi Biodiversity Targets. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/sp/targets>

Cedeño, V. J. F., Preciado, X. V. P., Jaramillo, M. X. G., & Prado, N. G. R. (2025a). Anfibios en el Bosque de Chongón–Colonche de la Comuna dos Mangas, Santa

Elena, Ecuador. *Brazilian Journal of Development*, 11(2), e77513–e77513.
<https://doi.org/10.34117/bjdv11n2-030>

Cedeño, V. J. F., Preciado, X. V. P., Jaramillo, M. X. G., & Prado, N. G. R. (2025b).
Anfibios en el Bosque de Chongón–Colonche de la Comuna dos Mangas, Santa
Elena, Ecuador. *Brazilian Journal of Development*, 11(2), e77513–e77513.
<https://doi.org/10.34117/bjdv11n2-030>

Código Orgánico del Ambiente—Repositorio digital. (2023, agosto 19).
<https://sustanciasyresiduos.ambiente.gob.ec/producto/codigo-organico-del-ambiente/>

David L. Hawksworth, Teuvo Ahti, Leena Myllys, & Carlos G. Boluda. (2019).
Proposal to conserve *Alectoria fuscescens* (*Bryoria fuscescens*), nom. Cons.,
against the additional names *Usnea implexa*, *Alectoria capillaris*, *A. cana*, *A.*
rubens, *A. fuscidula*, *A. degenii*, *A. forissii*, *A. ostrobotniae*, *A. kuemmerleana*,
A. haynaldiae, *A. achariana*, *A. lanestris*, *A. prostratosteola*, and *A. viridescens*
(Fungi, Ascomycota, Lecanorales, Parmeliaceae).
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tax.12037>

Diego-Pérez, N., & Gonzalez-Elizondo, M. S. (2013). *Cyperaceae* (pp. 85–164).

Elith, J., & Leathwick, J. R. (2009). Species Distribution Models: Ecological
Explanation and Prediction Across Space and Time. *Annual Review of
Ecology, Evolution, and Systematics*, 40(Volume 40, 2009), 677–697.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>

Elliott, T. L., Spalink, D., Larridon, I., Zuntini, A. R., Escudero, M., Hackel, J., Barrett, R. L., Martín-Bravo, S., Márquez-Corro, J. I., Granados Mendoza, C., Mashau, A. C., Romero-Soler, K. J., Zhigila, D. A., Gehrke, B., Andrino, C. O., Crayn, D. M., Vorontsova, M. S., Forest, F., Baker, W. J., ... Muasya, A. M. (2024). Global analysis of Poales diversification—Parallel evolution in space and time into open and closed habitats. *The New Phytologist*, 242(2), 727–743. <https://doi.org/10.1111/nph.19421>

Elpel, T. J. (2017). *Asparagaceae: Asparagus Family. Identify plants and flowers. [Plants of the Asparagus Family]. Wildflowers-and-Weeds.* https://www.wildflowers-and-weeds.com/Plant_Families/Asparagaceae.htm

Encyclopedia Britannica. (2022). Epiphyte | Definition, Adaptations, Examples, & Facts | Britannica. <https://www.britannica.com/plant/epiphyte>

Factsheet. (s/f). Amaryllidaceae. Recuperado el 21 de octubre de 2025, de https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/South_African_Plant_Families/key/South%20African%20Plant%20Families/Media/Html/Amaryllidaceae.htm

Franklin, J. (2012). *Mapping Species Distributions.* <https://www.cambridge.org/core/books/mapping-species-distributions/58225AE5693AED8BD812F7CEBE35378A>

Givnish, T. J., Barfuss, M. H. J., Ee, B. V., Riina, R., Schulte, K., Horres, R., Gonsiska, P. A., Jabaily, R. S., Crayn, D. M., Smith, J. A. C., Winter, K., Brown, G. K., Evans, T. M., Holst, B. K., Luther, H., Till, W., Zizka, G., Berry, P. E.,

& Sytsma, K. J. (2014). Adaptive radiation, correlated and contingent evolution, and net species diversification in Bromeliaceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 71, 55–78.
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.10.010>

Givnish, T. J., Zuluaga, A., Spalink, D., Soto Gomez, M., Lam, V. K. Y., Saarela, J. M., Sass, C., Iles, W. J. D., De Sousa, D. J. L., Leebens-Mack, J., Chris Pires, J., Zomlefer, W. B., Gandolfo, M. A., Davis, J. I., Stevenson, D. W., dePamphilis, C., Specht, C. D., Graham, S. W., Barrett, C. F., & Ané, C. (2018). Monocot plastid phylogenomics, timeline, net rates of species diversification, the power of multi-gene analyses, and a functional model for the origin of monocots. *American Journal of Botany*, 105(11), 1888–1910.
<https://doi.org/10.1002/ajb2.1178>

Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F., Hernández-García, M. Á., & Sánchez-González, A. (2003). Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*.
<https://www.redalyc.org/pdf/629/62913142001.pdf>

Guisan, A., & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>

Guisan, A., Thuiller, W., & Zimmermann, N. E. (2017). *Habitat Suitability and Distribution Models: With Applications in R*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781139028271>

- Heyduk, K., McKain, M. R., Lalani, F., & Leebens-Mack, J. (2016). Evolution of a CAM anatomy predates the origins of Crassulacean acid metabolism in the Agavoideae (Asparagaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 105, 102–113. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.08.018>
- Hilty, J., Worboys, G. L., Keeley, A., Woodley, S., Lausche, B. J., Locke, H., Carr, M., Pulsford, I., Pittock, J., White, J. W., Theobald, D. M., Levine, J., Reuling, M., Watson, J. E. M., Ament, R., & Tabor, G. M. (2021). Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos. IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/49307>
- INABIO. (2017). Agenda Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.ec/agenda-nacional-de-investigacion-sobre-la-biodiversidad/>
- INABIO. (2023). PERFIL DE BIODIVERSIDAD. <https://inabio.biodiversidad.gob.ec/perfil-de-biodiversidad/>
- Jacquemyn, H., & Merckx, V. S. F. T. (2019). Mycorrhizal symbioses and the evolution of trophic modes in plants. *Journal of Ecology*, 107(4), 1567–1581. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13165>
- Jetz, W., & Kreft, H. (2007). Global patterns and determinants of vascular plant diversity | PNAS. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0608361104>

- Jetz, W., McPherson, J. M., & Guralnick, R. P. (2012). Integrating biodiversity distribution knowledge: Toward a global map of life. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(3), 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.09.007>
- Ji, Y., Landis, J. B., Yang, J., Wang, S., Zhou, N., Luo, Y., & Liu, H. (2023). Phylogeny and evolution of Asparagaceae subfamily Nolinoideae: New insights from plastid phylogenomics. *Annals of Botany*, 131(2), 301–312. <https://doi.org/10.1093/aob/mcac144>
- Kellogg, E. A. (2015). Flowering Plants. Monocots: Poaceae | SpringerLink. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-15332-2?utm_source=chatgpt.com
- Kessous, I. M., Farooq, H., Testo, W., Jiménez, M. F. T., Neves, B., Pinto, A. R., Salgueiro, F., Costa, A. F., & Bacon, C. D. (2025). New insights into the classification, diversification, and evolutionary dynamics of bromeliads. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 208(3), 242–255. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boae074>
- Liu, G., Wen, Y., Fu, P., Cao, Q., Cui, Q., Du, W., Chen, H., & Zhao, W. (2025). Interactive effects of life cycle and monocot-dicot lineage on genome size–trait relationships in angiosperms: A phylogenetically informed analysis. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1647198>
- Lundgren, M. R., Christin, P.-A., Escobar, E. G., Ripley, B. S., Besnard, G., Long, C. M., Hattersley, P. W., Ellis, R. P., Leegood, R. C., & Osborne, C. P. (2016).

- Evolutionary implications of C3 -C4 intermediates in the grass *Alloteropsis semialata*. *Plant, Cell & Environment*, 39(9), 1874–1885.
<https://doi.org/10.1111/pce.12665>
- Maarten Christenhusz, Michael F Fay, & Mark Chase. (2017). *Plants of the World: An Illustrated Encyclopedia of Vascular Plants* | Request PDF. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/321193147_Plants_of_the_World_An_Illustrated_Encyclopedia_of_Vascular_Plants
- MAATE. (2022). Ministerio de Ambiente y Energía – Ecuador.
<https://www.ambienteyenergia.gob.ec/>
- Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405(6783), 243–253. <https://doi.org/10.1038/35012251>
- Missouri Botanical Garden. (2024). Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador.
<https://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/introduction.shtml>
- Montecristi, A. C. de. (2008). Constitución de la República del Ecuador.
<http://biblioteca.defensoria.gob.ec/handle/37000/4083>
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA.
- Mugo, G., Tiller, L., & King, L. (2022). Mapping Floristic Composition Using Sentinel-2A and a Case Study Evaluation of Its Application in Elephant Movement Ecology in Sagalla, Kenya. <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/21/5386>

Orquídeas del Tequendama. (2025). Orquídeas del Tequendama.
<https://orquideasdeltequendama.blogspot.com/p/partes-de-las-orquideas-clasificacion.html>

Pacific Bulb Society. (2020). Amaryllidaceae.
<https://www.pacificbulbsociety.org/pbswiki/index.php/Amaryllidacea>

Pereira-Dias, F., & Santos, M. (2015). Adaptive strategies against water stress: A study comparing leaf morphoanatomy of rupicolous and epiphytic species of Gesneriaceae. *Brazilian Journal of Botany*, 38. <https://doi.org/10.1007/s40415-015-0180-8>

Pérez-Escobar, O. A., Bogarin, D., & Jaramillo, C. (2024). Tracing the origin and evolution of the orchid family through genes and trees. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*.
<https://doi.org/10.18257/raccefyfyn.2628>

Pérez-Escobar, O. A., Bogarín, D., Przelomska, N. A. S., Ackerman, J. D., Balbuena, J. A., Bellot, S., Bühlmann, R. P., Cabrera, B., Cano, J. A., Charitonidou, M., Chomicki, G., Clements, M. A., Cribb, P., Fernández, M., Flanagan, N. S., Gravendeel, B., Hágsater, E., Halley, J. M., Hu, A., ... Antonelli, A. (2024). The origin and speciation of orchids. *New Phytologist*, 242(2), 700–716. <https://doi.org/10.1111/nph.19580>

Pronaturaleza. (2011). HOTSPOT DE BIODIVERSIDAD DE LOS ANDES TROPICALES. RESUMEN TÉCNICO DEL PERFIL DEL ECOSISTEMA.

<https://d29l0tur8o11gj.cloudfront.net/sites/default/files/tropical-andes-2021-ecosystem-profile-summary-spanish.pdf>

QGIS resources · QGIS Web Site. (2024). <https://www.qgis.org/resources/hub/>

Remizowa, M. V., Graham, S. W., & Rudall, P. J. (2022). Editorial: Monocot phylogenetics and trait evolution. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1076169>

Reyes-García, C., Manrique, C. E., Dorantes, A., Cach-Pérez, M. J., Zaldívar, N. A. P., Orellana, R., & Pinzón Esquivel, J. P. (2022). Las bromeliáceas epífitas ¿una fuente adicional de agua para vertebrados en selvas estacionales? https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2022/2022-03-10-Reyes-Garcia_et-al-Bromeliaceas-epifitas.pdf?utm_source=chatgpt.com

Reyes-García, Pereira-Zaldivar, & Espadas- Manrique. (s/f). New Proposal of Epiphytic Bromeliaceae Functional Groups to Include Nebulophytes and Shallow Tanks. <https://doi.org/10.3390/plants11223151>

Saavedra Mora, D. (2020). Pindo, su producción, transformación e importancia cultural en el departamento del Huila. http://researchgate.net/publication/339526127_Pindo_su_produccion_transformacion_e_importancia_cultural_en_el_departamento_del_Huila

Stokes, A., Angeles, G., Anthelme, F., Aranda-Delgado, E., Barois, I., Bounous, M., Cruz-Maldonado, N., Decaëns, T., Fourtier, S., Freschet, G. T., Gabriac, Q., Hernández-Cáceres, D., Jiménez, L., Ma, J., Mao, Z., Marín-Castro, B. E.,

Merino-Martín, L., Mohamed, A., Piedallu, C., ... Roumet, C. (2021). Shifts in soil and plant functional diversity along an altitudinal gradient in the French Alps. *BMC Research Notes*, 14(1), 54. <https://doi.org/10.1186/s13104-021-05468-0>

Suárez, M. E., & Montani, R. M. (2010). Vernacular Knowledge of Bromeliaceae Species Among the Wichí People of the Gran Chaco, Argentina. *Journal of Ethnobiology*, 30(2), 265–288. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-30.2.265>

Tello, J. S., Myers, J. A., Macía, M. J., & Alfredo F. Fuentes. (2025). Elevational Gradients in β -Diversity Reflect Variation in the Strength of Local Community Assembly Mechanisms across Spatial Scales. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121458>

Tema-15-Angiospermas-4-monocotiledoneas. (s/f). Recuperado el 4 de noviembre de 2025, de <https://asignatura.us.es/afloveg/Temas-Bot-II/Tema-15-Angiospermas-4-monocotiledoneas.html>

The Angiosperm Phylogeny Group, Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D. E., Mabberley, D. J., Sennikov, A. N., Soltis, P. S., & Stevens, P. F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

- Tippery, N. P., Les, D. H., Appenroth, K. J., Sree, K. S., Crawford, D. J., & Bog, M. (2021). Lemnaceae and Orontiaceae Are Phylogenetically and Morphologically Distinct from Araceae. *Plants*, 10(12), 2639. <https://doi.org/10.3390/plants10122639>
- Vistín, D. A., Salas, E. M., Balseca, J. E., & Lara, N. X. (2023). Distribución potencial de *Polylepis incana* en los Andes ecuatorianos para estudios de fisiología vegetal y planes de rehabilitación forestal. *Ecología Austral*, 33(1), 001–012. <https://doi.org/10.25260/EA.23.33.1.0.1991>
- Wang, X.-X., Huang, C.-H., Morales-Briones, D. F., Wang, X.-Y., Hu, Y., Zhang, N., Zhao, P.-G., Wei, X.-M., Wei, K.-H., Hemu, X., Tan, N.-H., Wang, Q.-F., & Chen, L.-Y. (2024). Phylotranscriptomics reveals the phylogeny of Asparagales and the evolution of allium flavor biosynthesis. *Nature Communications*, 15(1), 9663. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53943-6>
- Wanli Zhao, Peili Fu, Guolan Liu, & Ping Zhao. (2020). Difference between emergent aquatic and terrestrial monocotyledonous herbs in relation to the coordination of leaf stomata with vein traits | *AoB PLANTS* | Oxford Academic. <https://academic.oup.com/aobpla/article/12/5/plaa047/5904291>

ANEXOS

Oficio de solicitud de autorización para realizar trabajo de Integración curricular en la comuna Dos Mangas

Santa Elena, 7 de junio del 2025

Señor
Danilo Ángel Vera López
presidente de la comuna Dos Mangas
en su despacho

de mi consideración:

Yo, **Ivette Eloísa Gómez Suárez**, portador de la cedula de identidad No **092807620-7**, estudiante de **Octavo semestre** la carrera de **Biología** en la **Universidad Estatal Península de Santa Elena**, me dirijo a usted con el debido respeto para solicitar su autorización con el fin de desarrollar mi trabajo de Integración curricular (tesis) con el tema:

“Distribución de especies de los órdenes *Asparagales* y *Poales* en el sendero Las Cascadas, comuna Dos Mangas”.

Esta investigación busca analizar la distribución de especies vegetales pertenecientes a los órdenes mencionados, mediante observaciones de campo y el uso de herramientas geoespaciales. El estudio tiene fines estrictamente académicos y se ejecutará respetando los principios éticos, ambientales y culturales de la comunidad.

En caso de aprobación durante la presente asamblea comunal, se deja constancia de la autorización mediante la firma del presidente del cabildo.

Agradezco sinceramente la posibilidad de colaborar con la comuna en el desarrollo de este estudio.

Atentamente,

Ivette Eloisa Gomez Suarez
C.I. 092807620-7



Danilo Ángel Vera López
Presidente de la Comuna Dos Mangas





Anexo. 5. Toma de datos de campo en las parcelas de muestreo



Anexo. 6. Medición de parcelas de muestreo

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN TAXONÓMICA

Por medio del presente, certifico que he revisado y validado la identificación taxonómica de las especies registras por la señorita **Ivette Eloisa Gómez Suárez**, portadora de la cedula de identidad 092807620-7, estudiante de la carrera de **Biología** de la **Facultad Ciencias del Mar** de la **Universidad Estatal Península de Santa Elena**, correspondiente al trabajo de integración curricular titulado “**Distribución de especies de los órdenes Asparagales y Poales en el sendero Las Cascadas, comuna Dos Mangas**”.

Los monitoreos y registros se realizaron en el sendero Las Cascadas, comuna Dos Mangas, durante los meses comprendidos entre julio y octubre, y fueron posteriormente sometidas a verificación taxonómica mediante revisión morfológica comparativa, consulta de claves botánicas especializadas y bibliografía taxonómica pertinente.

Se extiende el presente certificado como constancia de la correcta identificación taxonómica para fines académicos y de investigación.

Firma.



Blgo. Carlos Felipe Carbo Rivera
C.I 0908716475
Biólogo
Registro SENEYCYT: 1006-2025-3156871
Correo: cfcabor@gmail.com

Anexo. 7. Certificado de validación taxonómica

Anexo. 8. Tabla de datos recopilados en campo

GENERO/ESPECIE	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	TOTAL
<i>Guzmania monostachia</i>	30	31	51	41	13	15	52	12	20	18	30	78	13	6	410
<i>Wallisia cyanea</i>	7	12	5	0	0	10	0	0	3	0	0	0	0	1	38
<i>Guzmania lingulata</i>	2	0	3	0	0	53	26	28	0	0	1	2	51	0	166
<i>Guadua angustifolia</i>	27	64	25	15	57	0	65	9	0	0	0	0	12	1	275
<i>Eleusine indica</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Steinchisma laxum</i>	22	21	24	4	4	27	3	3	13	13	0	0	0	0	134
<i>Aechmea bracteata</i>	2	4	4	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
<i>Aechmea nudicaulis</i>	1	6	4	1	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	17
<i>Eulophia maculata</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Hippeastrum puniceum</i>	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
<i>Aechmea magdalenae</i>	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Cyperus meyenianus</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	14
<i>Cattleya maxima</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Lemeltonia narthecioides</i>	0	0	0	1	0	81	1	0	3	16	28	43	18	91	282
<i>Bambusa oldhamii</i>	0	0	0	0	12	0	9	0	0	0	0	0	0	0	21
<i>Catasetum macrocarpum</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Maxillaria spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	1	1	0	0	9
<i>Lemeltonia dodsonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	4	9
	121	138	122	66	98	189	158	52	40	66	61	127	94	103	1435

Anexo. 9. Tabla abundancia relativa y porcentaje de constancia

Nº	Género / Especie	Total	Abundancia relativa (%)	Parcelas con presencia	Constancia (%)
1	<i>Guzmania monostachia</i>	410	28.57	14	100.00
2	<i>Lemeltonia narthecioides</i>	282	19.65	9	64.29
3	<i>Guadua angustifolia</i>	275	19.16	9	64.29
4	<i>Guzmania lingulata</i>	166	11.57	8	57.14
5	<i>Steinchisma laxum</i>	134	9.34	10	71.43
6	<i>Wallisia cyanea</i>	38	2.65	6	42.86
7	<i>Bambusa oldhamii</i>	21	1.46	2	14.29
8	<i>Aechmea bracteata</i>	21	1.46	4	28.57
9	<i>Hippeastrum puniceum</i>	19	1.32	1	7.14
10	<i>Aechmea nudicaulis</i>	17	1.18	8	57.14

11	Cyperus meyenianus	14	0.98	3	21.43
12	Maxillaria spp.	9	0.63	4	28.57
13	Lemeltonia dodsonii	9	0.63	3	21.43
14	Eulophia maculata	6	0.42	1	7.14
15	Aechmea magdalenae	5	0.35	2	14.29
16	Eleusine indica	5	0.35	1	7.14
17	Cattleya maxima	2	0.14	1	7.14
18	Catasetum macrocarpum	2	0.14	1	7.14

Anexo. 10. tabla de cálculo de índices de diversidad por medio de Past 4.03

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
TAXA_S	10	6	10	6	6	7	7	4	5	6	5	6	4	5
INDIVIDU ALS	121	138	122	66	98	189	158	52	40	66	61	127	94	103
DOMINAN CE_D	0,1 771	0,2 99	0,2 608	0,4 454	0,3 853	0,2 92	0,3 084	0,3 765	0,3 675	0,2 052	0,4 534	0,4 925	0,3 665	0,7 857
SIMPSON _1-D	0,8 229	0,7 01	0,7 392	0,5 546	0,6 147	0,7 08	0,6 916	0,6 235	0,6 325	0,7 948	0,5 466	0,5 075	0,6 335	0,2 143
SHANNO N_H	1,9 02	1,4 3	1,6 53	1,0 99	1,2 63	1,4 3	1,3 54	1,1 4	1,1 93	1,6 62	0,9 086	0,8 731	1,1 85	0,4 912
EVENNES S_E^H/S	0,6 699	0,6 962	0,5 224	0,5 003	0,5 894	0,5 97	0,5 532	0,7 816	0,6 591	0,8 786	0,4 962	0,3 991	0,8 174	0,3 269
BRILLOUI N	1,7 71	1,3 55	1,5 31	0,9 885	1,1 73	1,3 68	1,2 85	1,0 36	1,0 46	1,5 22	0,8 228	0,8 166	1,1 16	0,4 388
MENHINI CK	0,9 091	0,5 108	0,9 054	0,7 385	0,6 061	0,5 092	0,5 569	0,5 547	0,7 906	0,7 385	0,6 402	0,5 324	0,4 126	0,4 927
MARGALE F	1,8 77	1,0 15	1,8 73	1,1 93	1,0 91	1,1 45	1,1 85	0,7 593	1,0 84	1,1 93	0,9 73	1,0 32	0,6 603	0,8 63
EQUITABI LITY_J	0,8 26	0,7 979	0,7 18	0,6 135	0,7 05	0,7 349	0,6 958	0,8 222	0,7 41	0,9 278	0,5 646	0,4 873	0,8 545	0,3 052
FISHER_A LPHA	2,5 86	1,2 79	2,5 79	1,6 04	1,4 1	1,4 31	1,5	1,0 1	1,5 08	1,6 04	1,2 89	1,3 08	0,8 479	1,0 99
BERGER- PARKER	0,2 479	0,4 638	0,4 18	0,6 212	0,5 816	0,4 286	0,4 114	0,5 385	0,5	0,2 727	0,4 918	0,6 142	0,5 426	0,8 835
CHAO-1	10	6	10	7	6	7	7	4	5	6	8	6,3	4	6