UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

"BIODIVERSIDAD ECOLÓGICA DE INTERACCIONES ORQUIDEA-INSECTO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA ORCHIDACEAE EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA FAVORITA"

Trabajo de titulación previo a la obtención del título en Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Línea de investigación: Biotecnología, energía y recursos naturales renovables

AUTORA:

Leonela Silvana Chuquín Tabango

DIRECTOR:

Dr. Jorge Renato Oquendo Andino PhD.

Ibarra – Ecuador 2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chuquín Tabango Leonela Silvana

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	BIODIVERSIDAD ECOLÓGICA DE INTERACCIONES ORQUIDEA-INSECTO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA ORCHIDACEAE EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA FAVORITA
AUTORA:	Chuquín Tabango Leonela Silvana
FECHA:	04/09/2026
PROGRAMA:	■ **PREGRADO** □ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	**Ingeniera en Recursos Naturales Renovables**
DIRECTOR:	**Dr. Renato Oquendo Andino PhD**
ASESOR:	**Ing.Mónica León MSc.**

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 04 días del mes de septiembre de 2026.

LA AUTORA



Chuquín Tabango Leonela Silvana

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Srta. **CHUQUÍN TABANGO LEONELA SILVANA**, con cédula **100475303-2**, bajo mi supervisión en calidad de director.

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
JORGE RENATO
OQUENDO ANDINO

Dr. Renato Oquendo Andino PhD.

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios, por ser mi guía en los momentos de incertidumbre y mi fortaleza en los instantes de cansancio. Gracias por sostenerme cuando sentí que no podía más, por darme la claridad para tomar decisiones difíciles y por permitirme llegar hasta aquí.

A mi familia porque son su apoyo incondicional y me han motivado y apoyado en mi formación académica y también han sido guía para el logro de mis objetivos y metas cumplidas.

A mis amigas, Gaby, Pame Pau que fueron las primeras personas que conocí en el trascurso durante esta etapa universitaria, de igual manera a Natalya gracias por convertirse en mi segunda familia durante este camino. Por último, pero no menos importante a Pachita que me la encontré en la recta final y fue mi compañera en la fase de campo y llego a convertirse en una persona muy especial mil gracias por las risas que aligeraron las cargas, por las palabras justas en el momento preciso, por creer en mí incluso en los días en que yo misma dudaba. Ustedes le dieron color y calidez a esta etapa que, sin su compañía, habría sido mucho más difícil de atravesar.

A la gloriosa UTN, gracias por ser mucho más que un espacio de estudio por convertirse en el lugar donde crecí como persona y como profesional. Gracias a Mi director PhD. Renato Oquendo y mi asesora Msc. Mónica León que compartieron su conocimiento con paciencia y vocación, y por brindarme las herramientas necesarias para el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, quiero agradecer a la vida misma, por cada obstáculo que se convirtió en aprendizaje y por cada logro que hoy me permite decir, con el corazón lleno de orgullo y gratitud lo logré, y no lo hice sola.

Chuquín Tabango Leonela Silvana

DEDICATORIA

"Deja en manos de Dios todo lo que haces, y tus proyectos se harán realidad" Proverbios 16:3.

A Dios el que siempre me dio fuerzas para continuar mostrándome que su tiempo es perfecto, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente en este camino.

A mis padres, Mesías y Carmen no me alcanzan las palabras para expresar todo lo que representan en mi vida. Gracias por cada sacrificio silencioso, por las noches de desvelo pensando en mi bienestar, por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mí misma. Este logro no es solo mío, es también el fruto de su amor, su esfuerzo y su entrega incondicional. Todo lo que soy y lo que he logrado se lo debo a ustedes. Si hoy alcanzo esta cima, es porque ustedes sembraron cada paso del camino con paciencia, con sacrificio y con un amor que no conoce cansancio. Llevo su nombre no solo en la sangre, sino en cada logro.

A mis hermanos/as Esteban, Marlene, Vanesa, gracias por las palabras y por celebrar mis triunfos como propios y por recordarme, en los días grises, que jamás caminé sola mientras ustedes estuvieran cerca. Gracias por estar presentes en los días buenos y, especialmente, en aquellos en los que alcanzar esta meta parecía difícil.

A mis sobrinos Jostyn,Gaelito,Mily,Adiel,Davisito,Diego y Yuli en cada momento estuvieron ahí con su compañía haciéndome sonreír. Con todo el cariño del mundo les dedico esta tesis y que sepan que siempre voy a estar para apoyarlos y celebrar cada uno de sus logros. Con mucho cariño su tía que los quiere mucho.

Dedico también este trabajo a todas las personas que estuvieron a mi lado durante mi toda formación universitaria de principio a fin, quienes, con una palabra de ánimo, un consejo o simplemente con su compañía hicieron más llevadero este camino.

Finalmente, me dedico este logro a mí misma, por no rendirme, por enfrentar cada dificultad y por demostrarme que, con esfuerzo, constancia y dedicación, los sueños pueden convertirse en metas alcanzadas.

Con mucho cariño, dedico este trabajo a todos ustedes.

Chuquín Tabango Leonela Silvana

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN XIII

ABSTRACT XIV

CAPÍTULO I 1

1. Introducción 1

1.1. Revisión de antecedentes o estado del arte 1

1.2. Problema de investigación 4

1.3. Justificación de investigación 5

1.4. Objetivos 7

1.4.1. Objetivo General 7

1.4.2. Objetivos Específicos 7

1.4.3. Preguntas Directrices 7

CAPÍTULO II 8

Marco teórico 8

2. Revisión de literatura 8

2.1. Diversidad biológica 8

2.2. Bosques montanos 8

2.3. Diversidad florística enfocada en las orquídeas 9

2.4. Biología de las orquídeas 9

2.5. Características morfológicas 10

2.5.1 Estructuras vegetativas 11

2.5.1.1. Raíces 11
2.5.1.2. Tallos y hojas 12
2.5.2. Estructuras reproductivas 12
2.5.2.1. Flores 12
2.5.2.2. Especies representativas de los bosques montanos 13
2.5.2.3. Inflorescencias 13
2.5.2.4. Fruto 14
2.5.2.5. Semillas 14
2.6. Principales insectos polinizadores 15
2.7. Caracterización de composición y estructura 16
2.8. Índices de diversidad y estrategias de conservación 17
2.9. Marco legal 19
2.9.1. Constitución de la República del Ecuador 19
2.9.2. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) 19
2.9.3. Leyes Orgánicas 20
2.9.4. Código Orgánico del Ambiente (CODA) 20
2.9.5. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (R-CODA) 20
2.9.6. Acuerdos ministeriales 21
2.9.7. Política Nacional para la Gestión de la Vida Silvestre 21
CAPÍTULO III 22
METODOLOGÍA 22
3.1. Descripción del área de estudio 22

3.2. Métodos 23
3.2.1. Desarrollo de la investigación 23
3.2.2. Establecimiento de los transectos 24
3.2.3. Identificación de las especies de orquídeas e insectos 26
3.2.3. Clasificación y caracterización de las especies 28
3.2.4. Análisis de datos de diversidad 28
3.2.5. Herramientas informáticas para el análisis de datos 32
3.2.6. Análisis estadístico de los índices de diversidad 32
3.2.7. Elaboración de mapas temáticos mediante el software Arc Gis 10.8 33
3.2.7.1. Elaboración del mapa de pendientes 33
3.2.7.2. Elaboración del mapa de cobertura y uso del suelo 34
3.2.8. Estrategias para la conservación en la Estación 34
CAPÍTULO IV 36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 36
4.1. Diagnóstico y caracterización 36
4.2.1. Orquídeas registradas 36
4.2.2. Insectos registrados 39
4.2 Diversidad de la comunidad 40
4.2.3. Representatividad del muestreo 40
4.2.4. Redes de interacción orquídea- insecto 43
4.1.3. Similitud florística entre los transectos evaluados 45
4.1.4. Clasificación y categorización de especies 47
4.2.5. Frecuencia relativa de las especies 48

4.2.6. Índices de diversidad 49
4.2.7. Caracterización espacial del área de estudio 55
4.2.7.1. Pendiente del área de estudio 56
4.2.7.2. Uso y Cobertura vegetal del área de estudio 57
4.2.8. Diseño de estrategias de conservación 58
4.2.8.1. Estrategia 1: Implementación de senderos interpretativos para la conservación 59
4.2.8.3 Estrategia 2: Diseño del programa de turismo científico 62
4.2.8.4 Estrategia 3: Manejo biotecnológico in vitro de orquídeas 65
CAPÍTULO V 69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 69
5.1. Conclusiones 69
5.2. Recomendaciones 70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de las orquídeas 16
Tabla 2. Principales parámetros para evaluar composición y estructura 17
Tabla 3. Principales índices para evaluar la diversidad de especies 18
Tabla 4. Senderos y atractivos de la estación..... 24
Tabla 5. Lista roja de la IUCN..... 28
Tabla 6. Clasificación de los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener 30
Tabla 7. Clasificación de los valores del índice de dominancia de Simpson (1-D)..... 31
Tabla 8. Criterios para las estrategias de conservación 35
Tabla 9. Especies de orquídeas registradas..... 38
Tabla 10. Insectos polinizadores registrados 40
Tabla 11. Estimadores de riqueza 41
Tabla 12. Categorización de las especies..... 48
Tabla 13. Índices de diversidad..... 50
Tabla 14. Índices de diversidad por transecto..... 51
Tabla 15. Tabla operativa para la ejecución de la estrategia 1 60
Tabla 16. Tabla operativa para la ejecución de la estrategia 2 63
Tabla 17. Tabla operativa para la ejecución de la estrategia 3 66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Morfología general 11
Figura 2. Abejas Euglosinas 15
Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio 23
Figura 4. Flujograma metodológico de la investigación 24
Figura 5. Establecimiento de transectos 26
Figura 6. Curva acumulación de especies 42
Figura 7. Red de interacción insecto orquídea 44
Figura 8. Dendrograma por transecto 46
Figura 10. Abundancia por transecto 52
Figura 11. Índice de valor de importancia simplificado 53
Figura 12. Mapa de pendientes 57
Figura 13. Mapa de uso y cobertura del suelo 58
Figura 14. Propuesta de senderos interpretativos 68

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

BIODIVERSIDAD ECOLÓGICA DE INTERACCIONES ORQUIDEA-INSECTO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA ORCHIDACEAE EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA FAVORITA

Leonela Silvana Chuquín Tabango

RESUMEN

La presente investigación analizó la biodiversidad ecológica de las interacciones entre las especies de la familia Orchidaceae y sus insectos polinizadores en la Estación Experimental La Favorita. Dicho predio está ubicado en Alluriquín, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, el propósito del estudio es proponer estrategias de conservación en base a una línea base científica de los dos grupos taxonómicos. Se establecieron siete transectos de 50 × 4 m en tres rangos altitudinales (bajo, medio y alto), de acuerdo a los senderos de la Estación donde se registraron las orquídeas mediante observación directa, fotografías y georreferenciación. Los insectos fueron recolectados mediante redes entomológicas y trampas amarillas. Se calcularon índices de diversidad (Shannon-Wiener y Simpson), curvas de acumulación de especies, índice IVIS e índice de similitud de Bray-Curtis y redes de interacción bipartita. Los resultados evidenciaron un total de 25 especies de la familia Orchidaceae representadas por 111 individuos, con predominio del hábito epífito. *Stelis pulchella* fue la especie más abundante con 15 individuos por otro lado el índice de valor de importancia simplificado evidencio un IVIs = 21,67 %, mientras que *Dracula vespertilio* fue la menos representada con 1 individuo y el IVIs = 2,94 %. La diversidad general fue alta (H' = 3,091 y Simpson 1-D = 0,947), con baja dominancia de especies. La representatividad del muestreo alcanzó 96,2 %. Se identificaron 15 especies de insectos polinizadores pertenecientes a cinco familias, con predominancia del orden Hymenoptera pertenecientes a la familia Apidae. El análisis de similitud de Bray-Curtis reveló diferencias en la composición florística entre transectos, siendo T4-T7 y T5-T6 los pares más similares, mientras que T1 y T2 presentaron la composición más diferenciada. Con base en los resultados, se propusieron cuatro estrategias de conservación: implementación de senderos interpretativos, turismo científico y manejo biotecnológico in vitro.

Palabras clave: Orchidaceae, biodiversidad, polinizadores, interacciones ecológicas, conservación, bosque montano, diversidad florística, índices de diversidad, Himenóptera.

ABSTRACT

This research analyzed the ecological biodiversity of interactions between species of the Orchidaceae family and insect pollinators at La Favorita Experimental Station, located in Alluriquín, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. The study aimed to propose conservation strategies based on a scientific baseline of both taxonomic groups. Seven 50 × 4 m transects were established across three altitudinal ranges (low, medium, and high), according to the station's trails. Orchids were recorded through direct observation, photographic documentation, and georeferencing, while insects were collected using entomological nets and yellow traps. Shannon-Wiener and Simpson diversity indices, species accumulation curves, Bray-Curtis similarity, and bipartite interaction networks were calculated. A total of 25 Orchidaceae species represented by 111 individuals were recorded, with a predominance of epiphytic species. *Stelis pulchella* was the most abundant species, with 15 individuals and a simplified Importance Value Index (IVIs) of 21.67%, whereas *Dracula vespertilio* was the least represented, with one individual and an IVIs of 2.94%. Overall diversity was high (H' = 3.091; Simpson 1-D = 0.947), with low species dominance. Sampling representativeness reached 99.2% according to ACE and 96.2% according to Bootstrap. Fifteen insect pollinator species belonging to five families were identified, with Hymenoptera and Apidae being predominant. Bray-Curtis analysis revealed differences in floristic composition among transects, with T4–T7 and T5–T6 being the most similar pairs, while T1 and T2 showed the most differentiated composition. Based on these findings, four conservation strategies were proposed: implementation of interpretive trails,scientific tourism, and in vitro biotechnological management.

Keywords: Orchidaceae, biodiversity, pollinators, ecological interactions, conservation, montane forest, floristic diversity, diversity indices, Hymenoptera.

CAPÍTULO I

1. Introducción

1.1. Revisión de antecedentes o estado del arte

Ecuador es parte de los países que poseen una de las mayores riquezas biológicas del mundo. También es reconocido por la diversidad de ecosistemas que alberga en un área relativamente pequeña. El complemento de los factores geográficos, climáticos y biogeográficos ha favorecido el desarrollo de una amplia diversidad de flora y fauna. Por esta razón, Ecuador es reconocido como uno de los 17 países megadiversos del planeta (Varela, 2018). De la misma manera, los territorios nacionales dan a conocer una variedad de ecosistemas vegetales, los cuales constituyen una parte fundamental del patrimonio natural y contribuyen al mantenimiento de los principales servicios ecosistémicos (Rodríguez & Leiton, 2021). La Estación Experimental la Favorita, ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y su área en la cordillera occidental de los Andes, presenta una importante riqueza florística (GADPRA, 2015)**.**

La cordillera de los Andes también se integra al hotspot de biodiversidad conocido como Andes Tropicales, identificado entre los ecosistemas más diversos y a la vez, más vulnerables del planeta. Debido a su posición dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, la región presenta una notable actividad sísmica y volcánica, condición que ha originado suelos de gran fertilidad, favorable para el desarrollo agrícola y el establecimiento de poblaciones humanas a lo largo de la historia. (CEPN,2021) En este territorio montañoso también se asentaron pueblos indígenas que lograron adaptar sus prácticas de cultivo a la geografía irregular de la zona. En la actualidad, esta riqueza natural se encuentra amenazada por procesos la ampliación de la frontera agrícola, factores que comprometen su equilibrio ecológico. En efecto, proteger este ecosistema resulta indispensable no solo para preservar su biodiversidad, sino también por su papel en la regulación del ciclo hídrico y climático a nivel continental (Chamba, 2015).

En la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, los bosques siempreverdes montano bajo y pie montano de la Cordillera Occidental de los Andes son ecosistemas reconocidos por acoger una elevada diversidad de flora y fauna. Estos ecosistemas sobresalen por la riqueza y composición de sus comunidades vegetales, siendo el bosque siempreverde montano bajo el de mayor riqueza florística de la provincia, con 1 976 especies registradas, de las cuales 190 son endémicas (INABIO, 2024). No obstante, el incremento de las actividades antrópicas ha provocado cambios drásticos en la cobertura vegetal y en el uso del suelo, perjudicando así la composición, estructura y diversidad florística de estos ecosistemas de hecho, la intervención antrópica alcanza actualmente el 73,6% del territorio provincial, mientras que los remanentes de bosque nativo apenas se conservan en fragmentos dispersos (MAE, 2013)

Los estudios realizados en la Estación Experimental La Favorita evidencian que este sitio presenta una importante riqueza y diversidad vegetal. Ipiales Guamán (2022) registró 42 especies pertenecientes a 27 familias y 38 géneros en el bosque siempreverde montano bajo destacando a las familias Lauraceae, Meliaceae y Euphorbiaceae como las familias más diversas. De manera complementaria, Saransig León et al. (2024) registraron 32 especies **y** 6.013 individuos de helechos y licofitas, encontrando los mayores valores de diversidad en el bosque nativo. Estos resultados confirman que la estación constituye un área con una composición vegetal diversa y con presencia de diferentes grupos taxonómicos. Además, estudios previos han documentado una importante presencia de epífitas, entre ellas orquídeas, bromelias, musgos y helechos.

La familia Orchidaceae, con más de 25 000 especies descritas, es una de las más diversas y evolutivamente especializadas del reino vegetal. El mismo que alberga 4 016 especies equivalente al 20% de la flora nativa, conocidas por su belleza y una sorprendente variedad de formas, tamaños y colores. Su éxito ecológico se atribuye a complejas interacciones con polinizadores donde han desarrollado estrategias únicas como la imitación de formas, fragancias específicas e incluso señales sexuales para atraer insectos. Algunas incluso se han adaptado para sobrevivir en entornos duros y secos lo que las convierte en una de las familias de plantas más versátiles. Estudios recientes destacan que el 60% de las orquídeas dependen de un solo grupo de polinizadores, lo que las hace vulnerables (Illescas, 2022)

Estas especies utilizan diferentes métodos para atraer a sus polinizadores muchas emplean

el engaño visual imitando la apariencia de hembras de insectos para que los machos intenten aparearse con la flor lo que permite la transferencia del polen. Otra estrategia es la combinación de señales visuales y químicas, donde la flor no solo se parece al insecto hembra, sino que también libera feromonas falsas para atraer a los machos (Ackerman et al., 2023). Otras especies producen compuestos químicos que los insectos recolectan para defensa o cortejo atrayendo así a polinizadores específicos. También existen especies que usan trampas físicas que atrapa temporalmente a las abejas para que se adhiera el polen. Finalmente, algunas mantienen una relación muy especializada con un polinizador único como polillas que tienen una boca muy larga y delgada que les permite alcanzar el néctar escondido en partes profundas de la flor. (Ray & Wagner Vendrame, 2015)

Algunos estudios han documentado que las poblaciones de abejas euglosinas han disminuido significativamente como consecuencia de la deforestación y el uso intensivo de agroquímicos lo que repercute directamente en la fecundidad y diversidad genética de las orquídeas (Boff et al., 2024). Esta reducción de polinizadores limita los procesos de polinización cruzada, fundamentales para la reproducción de muchas especies. Además, las variaciones en la temperatura y los cambios en los patrones de precipitación pueden provocar una desincronización entre los ciclos reproductivos de las plantas y la actividad de sus polinizadores, generando fallos en la polinización. Este fenómeno, conocido como desajuste fenológico representa una amenaza creciente bajo escenarios de cambio climático (Chauveau et al., 2021).

La Estación Experimental La Favorita constituye un área de gran importancia ecológica debido a la alta diversidad de especies vegetales y animales que alberga, incluyendo un notable número de orquídeas pertenecientes a la familia Orchidaceae. Esta estación ubicada en la región andina del Ecuador presenta ecosistemas característicos de bosque siempreverde montano bajo, los cuales favorecen el desarrollo de una rica biodiversidad. Las condiciones climáticas como la alta humedad y la presencia constante de neblina contribuyen al mantenimiento de estos ecosistemas. Condiciones climáticas particulares, entre ellas la elevada humedad ambiental y la niebla constante, contribuyen a mantener la estabilidad de estos ecosistemas. Dentro de este contexto, el vínculo entre las orquídeas y sus agentes polinizadores cobra un papel fundamental en sus mecanismos reproductivos, pues tales interacciones reflejan un proceso de coevolución

estrecho entre organismos vegetales y animales. Sin embargo, estas dinámicas se encuentran expuestas a diversas presiones antrópicas, entre ellas la pérdida de cobertura (Ipiales & Guamán, 2022).

1.2. Problema de investigación

En el Ecuador, la pérdida de bosques constituye una problemática ambiental alarmante, especialmente en los últimos años. Durante el periodo 2016-2018, de acuerdo con el Ministerio del Ambiente, aproximadamente 60 000 hectáreas de bosques fueron deforestadas, evidenciando una acelerada degradación de los ecosistemas naturales. Esta situación no excluye a los bosques siempreverdes montanos bajos, los cuales son considerados entre los ecosistemas menos estudiados y más amenazados del país (Pinto et al., 2018). Estos ecosistemas albergan una alta biodiversidad y cumplen funciones ecológicas esenciales. Sin embargo, enfrentan una presión constante debido a diversas actividades antrópicas (Aguilar et al, 2020).

A esto suma el cambio climático pues ha generado alteraciones significativas en las interacciones ecológicas entre las orquídeas y sus polinizadores afectando directamente sus procesos reproductivos. La disminución de insectos polinizadores claves ha ocasionado una reducción en la reproducción de especies como *Masdevallia* y *Epidendrum* (Kolanowska, 2023). Los principales polinizadores se encuentran diversos grupos de insectos especialmente las abejas euglosinas, los dípteros (moscas) y las mariposas tanto diurnas y nocturnas. Las abejas euglosinas cumplen un rol fundamental ya que recolectan compuestos aromáticos de las flores lo que facilita la transferencia de polen entre individuos y favorece la polinización cruzada. Esta interacción altamente especializada evidencia una estrecha relación ecológica y evolutiva entre las orquídeas y sus polinizadores (Ackerman, 2024)

De igual manera el crecimiento urbano ya que contribuye a la fragmentación de los hábitats, estas acciones generan una pérdida progresiva de cobertura vegetal y biodiversidad. Además, afectan los servicios ecosistémicos que benefician a las comunidades humanas en este contexto resulta fundamental fortalecer la investigación científica en estas áreas y promover estrategias de monitoreo y conservación de esta manera se podrá garantizar la sostenibilidad de estos ecosistemas (Pinto et al., 2018).

1.3. Justificación de investigación

El estudio de la biodiversidad ecológica y de las interacciones entre las orquídeas y sus insectos polinizadores es fundamental ya que la conservación de los bosques depende en gran medida del conocimiento de su composición biológica y de sus dinámicas funcionales. Las orquídeas, al ser un grupo con alta diversidad y especialización, funcionan como bioindicadores del estado de los ecosistemas, revelando alteraciones ambientales mediante cambios en sus redes de polinización. Dentro de este contexto, las modificaciones en las interacciones entre plantas y polinizadores pueden ser un reflejo de procesos de deterioro ambiental. Entender la biodiversidad y las redes de polinización en la Estación Experimental La Favorita permite no solo expandir el conocimiento ecológico, sino también reforzar las estrategias orientadas a la conservación (Karremans, 2024).

Estas interacciones constituyen procesos determinantes para la reproducción y la continuidad de las especies, además de aportar al equilibrio ecológico de estos ecosistemas. Cuando dichas relaciones se deterioran, pueden generarse efectos en cadena que afecten sobre la biodiversidad en su conjunto. Por ese motivo, analizarlas se vuelve fundamental para orientar una gestión sostenible de los recursos naturales, lo que a su vez favorece la protección de un patrimonio natural insustituible, en el que cada vínculo ecológico cumple una función esencial. En el caso particular del bosque siempreverde montano bajo de la Estación, este análisis cobra especial importancia debido a la escasa información disponible sobre su flora y sus dinámicas ecológicas. A esto se suma que el deterioro acelerado de los hábitats montanos, junto con la disminución global de las poblaciones de polinizadores, constituye una amenaza considerable para los lazos coevolutivos que sustentan tanto la reproducción de las orquídeas como la estabilidad del ecosistema en general (INABIO, 2025).

Dichos vínculos ecológicos son esenciales para conservar la diversidad biológica y asegurar el correcto funcionamiento del bosque para evitar la reducción en las poblaciones de polinizadores, esto podría alterar los ciclos reproductivos de un amplio número de especies vegetales. En este sentido, registrar estas interacciones permite identificar especies clave junto con sus polinizadores asociados. Asimismo, contribuye a comprender las redes ecológicas que existen

en estos ecosistemas. Este conocimiento resulta indispensable para el desarrollo de estrategias de conservación sustentadas en evidencia científica. Además, permite priorizar áreas críticas para su protección. De igual manera contribuye a mitigar riesgos como la fragmentación del hábitat y el cambio climático pues de esta manera el presente estudio puede aportar al entendimiento de los mutualismos en ecosistemas tropicales especialmente en la Estación Experimental la Favorita (Bascompte & Jordano, 2007).

La presente investigación aportará información actualizada sobre la composición, riqueza y estructura de la familia Orchidaceae en la Estación Experimental La Favorita. El registro de las especies permitirá determinar su presencia, abundancia y distribución dentro del área evaluada, identificando aquellas con mayor representatividad. Para complementar esta caracterización se aplicarán los índices de Shannon Wiener, Simpson y de manera complementaria el IVIs (Índice de valor de importancia simplificado), los cuales permitirán evaluar diferentes componentes de la comunidad. Este tipo de análisis han demostrado ser útil para caracterizar comunidades de orquídeas en bosques ecuatorianos, donde pueden existir diferencias importantes en riqueza y composición entre sectores (Mites et al., 2022). Asimismo, la elevada diversidad de Orchidaceae registrada en los bosques montanos del Ecuador evidencia la importancia de estos ambientes para la conservación de la familia (Mites et al., 2022 & Padrón, 2018).

Un aspecto relevante del estudio corresponde al reconocimiento de las interacciones entre las orquídeas y los insectos polinizadores, debido a que estas relaciones intervienen directamente en la reproducción de numerosas especies. Entre los grupos de polinizadores más representativos destacan las abejas del género Euglossini, cuyos machos establecen una asociación particular con determinadas especies al recolectar compuestos aromáticos producidos por sus flores (López Flores, 2018). En el territorio ecuatoriano se ha documentado una considerable diversidad de Euglossini, con múltiples especies distribuidas en distintos tipos de ecosistemas, lo que confirma la importancia de este grupo dentro de las comunidades de polinizadores (Padrón, 2018). De este modo, el registro de los insectos visitantes permitirá identificar posibles asociaciones entre las especies vegetales y sus respectivos polinizadores presentes en la estación.

Estos resultados constituirán una línea base para la formulación de estrategias de conservación orientadas a la protección de la familia Orchidaceae y de los insectos que intervienen en sus procesos reproductivos. La alteración o fragmentación de los ambientes naturales puede modificar la disponibilidad de recursos florales y afectar las relaciones entre plantas y polinizadores, generando consecuencias sobre el éxito reproductivo de las especies (Carrera & Baquero, 2024). De igual manera, la conservación de las orquídeas requiere considerar no solamente la protección de sus poblaciones, sino también el mantenimiento de las condiciones ecológicas que permiten sus interacciones con otros organismos (Mites et al., 2022). En este sentido la información obtenida servirá como referencia para futuras investigaciones relacionadas con la polinización y la biodiversidad favoreciendo la conservación de los procesos ecológicos presentes en la Estación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar la ecología de las interacciones entre las especies de la familia Orchidaceae y los insectos polinizadores, con el fin de proponer estrategias de conservación en la estación experimental la Favorita.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la biodiversidad ecológica de la familia Orchidaceae en la Estación Experimental la Favorita.
- Determinar los principales insectos polinizadores asociados a las orquídeas en el área de estudio.
- Proponer estrategias de conservación de las especies mediante una guía combinadas con la educación ambiental para proteger las poblaciones naturales de orquídeas en la estación.

1.4.3. Preguntas Directrices

- ¿Cuál es la diversidad de especies de orquídeas en la Estación Experimental la Favorita?
- ¿Qué especies de insectos actúan como polinizadores principales, existen patrones de preferencia entre determinadas orquídeas e insectos?

CAPÍTULO II

Marco teórico

2. Revisión de literatura

2.1. Diversidad biológica

La diversidad biológica se define como la variedad de organismos vivos, dentro de un espacio determinado, así como las interacciones que establecen entre sí y con su entorno. En un determinado espacio y las interacciones que realizan con el medio en el que se encuentra. Su valor radica en que son parte de la base para el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas, los cuales favorecen a la estabilidad de las comunidades biológicas frente a las perturbaciones naturales y antrópicas (López, 2019). Bajo este contexto, la biodiversidad representa un elemento fundamental, ya que posibilita comprender la composición de las comunidades vegetales y generar información científica que contribuya a la conservación. Además, las orquídeas mantienen relaciones ecológicas especializadas con diversos organismos, que intervienen en procesos fundamentales para su reproducción y permanencia en el ecosistema (Padrón et al., 2018)

2.2. Bosques montanos

Los bosques montanos constituyen ecosistemas de elevada importancia ecológica debido a la combinación de gradientes altitudinales, humedad, precipitación y variación climática, condiciones que favorecen una alta diversidad de plantas y numerosas formas de vida epífita. En Ecuador, estos ambientes albergan una riqueza significativa, especialmente en los bosques nublados, donde las condiciones del entorno facilitan el establecimiento de numerosas especies y géneros (Mites et al., 2022). De igual manera, estudios llevados a cabo en bosques montanos del sur de Ecuador demuestran una alta diversidad de arbustos, hierbas y epífitas, subrayando el papel de estos componentes en la regulación del microclima y la preservación de la biodiversidad (Lozano et al., 2022). Esta riqueza también se manifiesta en el norte de los Andes ecuatorianos, donde el Complejo Montañoso Mojanda registró 551 especies de plantas, incluyendo 40 especies de Orchidaceae, lo que resalta la importancia de los bosques montanos como refugios de diversidad florística (Tobar et al., 2024).

2.3. Diversidad florística enfocada en las orquídeas

La diversidad florística representa uno de los principales atributos de las comunidades vegetales, ya que manifiesta la riqueza, abundancia y distribución de las especies presentes en un determinado ecosistema. Su análisis permite conocer la composición y estructura de la vegetación, así como conocer la dinámica de las comunidades vegetales frente a las condiciones ambientales y a los diferentes tipos de intervención (Campos, 2020). En este aspecto, la caracterización de la diversidad florística no se limita únicamente al registro de especies, más bien proporciona información sobre la organización de la vegetación y el estado de conservación de los ecosistemas, transformándose en una herramienta imprescindible para la planificación y gestión de los recursos naturales (Duarte et al., 2017).

Está influenciada por diversos factores ambientales, tales como el clima, la precipitación, la altitud, la topografía y las características del suelo, los que determinan el establecimiento y distribución de las especies vegetales. De igual manera las orquídeas mantienen asociaciones con hongos micorrícicos que participan en etapas importantes de su ciclo de vida, por lo que la alteración de las condiciones del bosque puede afectar procesos necesarios para su establecimiento y permanencia (Cevallos, 2018). Ecuador se caracteriza por presentar una elevada diversidad florística debido a la variedad de ecosistemas y condiciones climáticas que existen. Entre los ambientes con mayor riqueza vegetal destacan los bosques húmedos tropicales de la Amazonía, los bosques del Chocó y los bosques siempreverdes montanos y nublados de la región andina. Estos bosques presentan condiciones de alta humedad, temperatura moderada y una estructura vegetal compleja, que favorecen el establecimiento de numerosas especies de árboles, arbustos, helechos y plantas epífitas, entre ellas las pertenecientes a la familia Orchidaceae (INABIO, 2026).

2.4. Biología de las orquídeas

La familia Orchidaceae se caracteriza por presentar una amplia variedad de hábitats de crecimiento lo que refleja su gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales. Dentro de este grupo se identifican tres tipos principales orquídeas terrestres, litófitas y epífitas. Las orquídeas terrestres su desarrollo es en el suelo y poseen estructuras subterráneas como tubérculos, rizomas o pseudobulbos, además de raíces finas que favorecen la captación de nutrientes. Las epífitas son más abundantes y se desarrollan sobre los árboles sin causar parasitismo. Estas especies fijan sus raíces a la corteza y obtienen nutrientes principalmente de la

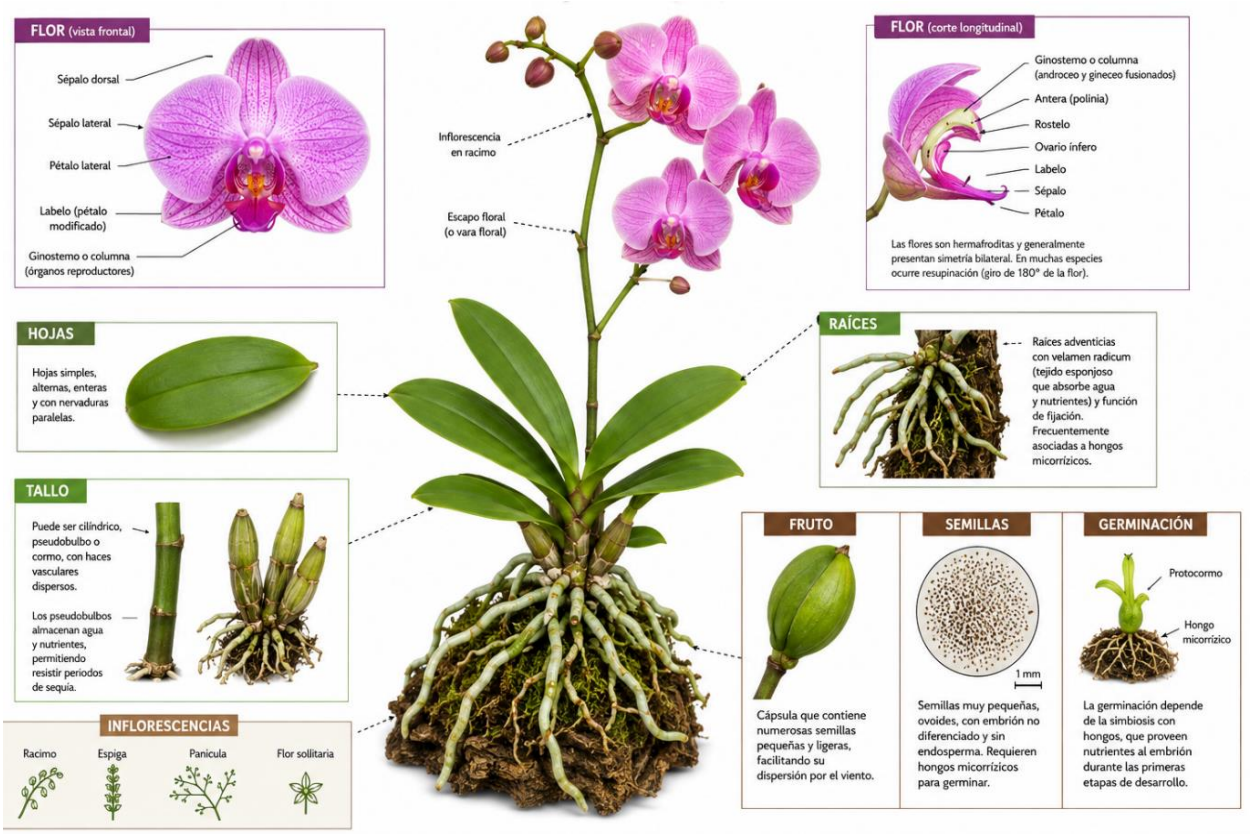
humedad atmosférica y del material orgánico en descomposición, como la hojarasca, insectos y excrementos de aves. Esta variedad de formas de vida permite a las orquídeas colonizar un amplio rango de ecosistemas, particularmente en regiones tropicales (Zotz, 2016).

Los bosques húmedos y montanos del Ecuador presentan una elevada diversidad de Orchidaceae, con géneros como *Stelis*, *Pleurothallis*, *Epidendrum*, *Maxillaria*, *Lepanthes* y *Cyrtochilum*, que se encuentran ampliamente representados en estos ambientes (Fernández et al., 2018). La alta humedad y la presencia de diferentes estratos de vegetación generan condiciones favorables para su establecimiento y desarrollo. Estas especies presentan adaptaciones que les permiten aprovechar eficientemente los recursos disponibles, como la captación de humedad ambiental, el almacenamiento de agua y nutrientes mediante pseudobulbos y la tolerancia a condiciones variables de iluminación. Además, sus raíces y tejidos especializados facilitan el aprovechamiento de nutrientes provenientes de la materia orgánica acumulada sobre las superficies donde se desarrollan. Estas características permiten que las orquídeas ocupen diferentes espacios dentro del bosque y contribuyen a su elevada diversidad (INABIO, 2024).

2.5. Características morfológicas

Se caracterizan por presentar flores vistosas que varían en tamaño, forma, estructura y coloración, lo que evidencia su gran diversidad morfológica. Están constituidas por tres sépalos y tres pétalos, de los cuales dos son similares entre sí, mientras que el tercero se encuentra modificado formando una estructura especializada denominada labelo. Este elemento floral constituye la parte más llamativa y cumple una función fundamental en la atracción de los insectos polinizadores. Asimismo, las orquídeas presentan una estructura central denominada ginostemo o columna, en la cual se integran los órganos reproductores masculinos y femeninos. Esta organización floral altamente especializada favorece mecanismos de polinización específicos contribuyendo al éxito reproductivo de la familia Orchidaceae (Dressler, 2019). Ver figura 1

Figura 1.*Morfología general*



Nota: Elaboración propia con base en Chase et al. (2019)

2.5.1 Estructuras vegetativas

2.5.1.1. Raíces

Generalmente presentan un sistema radicular compuesto principalmente por raíces adventicias que se originan a partir del tallo o del rizoma las cuales pueden variar en grosor y forma sin llegar a ser tan delgadas y fibrosas como las de las gramíneas. Estas raíces pueden clasificarse en diferentes tipos, entre ellos rizomatosas, fasciculadas, fusiformes, dependiendo del género y de las condiciones ecológicas en las que se desarrollan. (Rasmussen, 2018). En el caso de las orquídeas epífitas, las raíces cumplen funciones tanto de fijación como de absorción formando estructuras ramificadas recubiertas por el velamen un tejido esponjoso constituido por células muertas que facilita la captación de agua y nutrientes del ambiente. Además, estas raíces suelen albergar hongos micorrízicos que desempeñan un papel fundamental en la nutrición de la planta (Chomicki et al., 2019).

2.5.1.2. Tallos y hojas

Los tallos pueden presentarse en tres formas principales cilíndricos, pseudobulbos o cormos, dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales en las que se desarrollan. Como es característico de las monocotiledóneas el tallo presenta un sistema de conducción conformado por haces vasculares dispersos y en muchos casos tejidos especializados en el almacenamiento de agua y nutrientes. Estas estructuras pueden variar considerablemente, desde tallos delgados hasta formas más robustas e incluso pueden ser leñosos o suculentos. Los pseudobulbos cumplen una función importante como órganos de reserva permitiendo a la planta sobrevivir en condiciones de estrés hídrico estas especies se adaptan a condiciones extremas en condiciones adversas (Zotz, 2019&Chase et al., 2015).

Por otro lado, las hojas son generalmente simples alternas y con márgenes enteros presentando en la mayoría de los casos una forma alargada y nervaduras paralelas. En especies adaptadas a ambientes cálidos o secos, las hojas pueden presentar modificaciones como formas cilíndricas o carnosas que favorecen su supervivencia en condiciones adversas es decir son las principales responsables de controlar la transpiración para evitar la pérdida excesiva de agua. Numerosas variables ambientales afectan el grosor de una hoja a una mayor intensidad de luz, mayor concentración de CO_2, mayor sequedad pues suelen aumentar el grosor de las hojas. Sin embargo, el grosor final dependerá de las interacciones de estas y otras variables ambientales con el genoma de la planta (Singer, 2025).

2.5.2. Estructuras reproductivas

2.5.2.1 Flores

Altamente especializadas generalmente irregulares y con simetría bilateral, organizadas en dos verticilos de tres piezas lo que les confiere una estructura trímera compuesta por tres sépalos y tres pétalos. Uno de los pétalos se encuentra modificado formando el labelo, que constituye la estructura más llamativa y cumple una función fundamental en la atracción para insectos, aves u otros organismos encargados de la polinización. Además, presentan una estructura característica denominada ginostemo o columna, en la cual se fusionan los órganos reproductores masculinos y femeninos. La mayoría de las flores son hermafroditas y poseen ovario ínfero. En muchas especies ocurre el fenómeno de resupinación mediante el cual la flor gira aproximadamente 180° durante

su desarrollo, permitiendo que el labelo se ubique en una posición estratégica para facilitar la polinización (Chase et al., 2015).

2.5.2.2 Especies representativas de los bosques montanos

Los bosques montanos y húmedos del Ecuador albergan una importante diversidad de Orchidaceae, representada por numerosos géneros y especies adaptados a condiciones de elevada humedad y variación en la disponibilidad de luz. Entre las especies representativas se encuentran *Stelis pulchella*, *Maxillaria lepidota* y *Trichopilia fragrans*, además de especies pertenecientes a los géneros *Epidendrum*, *Pleurothallis*, *Lepanthes*, *Cyrtochilum* y *Masdevallia*. Estos grupos forman parte de la flora característica de los bosques montanos y contribuyen significativamente a la riqueza de plantas epífitas de estos ecosistemas. Su diversidad está relacionada con la heterogeneidad de los bosques, la disponibilidad de árboles hospederos y las condiciones de humedad que favorecen su establecimiento y permanencia. (Zotz ,2016).

2.5.2.3. Inflorescencias

Se presentan en diversas formas, tales como racimos, espigas o en algunos casos como flores solitarias, lo que evidencia la gran diversidad morfológica de esta familia. Generalmente estas estructuras están acompañadas de brácteas y se desarrollan en las axilas de las hojas o en escapos florales dependiendo de la especie. La disposición de las flores dentro de la inflorescencia cumple un papel fundamental ya que favorece la interacción con los agentes polinizadores optimizando así la eficiencia reproductiva (Chase et al., 2015). Esta disposición permite una mayor visibilidad y accesibilidad para insectos, aves u otros organismos responsables de la polinización. Del mismo modo, la variabilidad en la forma, tamaño y organización floral refleja una destacada adaptación evolutiva a diversas estrategias de polinización. Estas adaptaciones han permitido a las orquídeas diversificarse considerablemente en distintos ecosistemas. En conjunto, estas características contribuyen a la extraordinaria diversidad de la familia Orchidaceae (Givnish et al., 2016).

2.5.2.4. Fruto

Más conocido como una cápsula, la cual contiene una gran cantidad de semillas de tamaño extremadamente reducido. Estas cápsulas pueden albergar semillas que varían desde pocas micras hasta aproximadamente cinco milímetros con un peso que oscila entre 1 y 22 microgramos. Su estructura está compuesta por una cubierta externa o testa, formada por células muertas que protegen al embrión. A diferencia de muchas otras plantas, las semillas de las orquídeas presentan un embrión no diferenciado y carecen de endosperma, lo que limita la disponibilidad de reservas nutritivas internas. Esta característica representa una adaptación particular dentro del grupo, ya que condiciona su proceso de germinación. Además, la cápsula facilita la dispersión de las semillas por el viento, permitiendo su amplia distribución en diferentes hábitats. Estas particularidades hacen del fruto de las orquídeas una estructura clave para su reproducción y supervivencia (Chase, 2015).

2.5.2.5. Semillas

Las semillas de las orquídeas se caracterizan por ser extremadamente numerosas, pudiendo encontrarse desde aproximadamente 1 300 hasta más de 300 0000 en una sola cápsula, lo que incrementa significativamente sus probabilidades de dispersión y establecimiento. Presentan una forma generalmente ovoide y contienen un embrión diminuto no diferenciado con ausencia total de endosperma, estructura que en otras plantas cumple la función de reserva alimenticia. Debido a esta carencia las semillas de orquídeas requieren obligatoriamente una relación simbiótica con hongos micorrízicos para poder germinar y desarrollarse. Estos hongos cumplen un papel fundamental al absorber nutrientes del medio y transferirlos al embrión, especialmente durante las primeras etapas de crecimiento. Por lo tanto, el éxito en la germinación y establecimiento de las orquídeas depende en gran medida de la presencia de estos microorganismos en el entorno (Dearnaley et al., 2012).

2.6. Principales insectos polinizadores

Figura 2. *Abejas Euglosinas*



***Fuente**: Ladera*, 2025

La polinización es el proceso mediante el cual se transfiere el polen desde las anteras de una flor hacia el estigma, permitiendo la fecundación y la formación de semillas, lo que constituye una etapa esencial en la reproducción de las plantas con flores. En el caso de las orquídeas, este proceso es altamente especializado ya que muchas especies no se autopolinizan y requieren la intervención de polinizadores específicos como abejas, avispas, moscas, mariposas y colibríes. Estas plantas han desarrollado adaptaciones complejas, como colores llamativos, fragancias particulares y estructuras florales especializadas que facilitan la atracción y el transporte del polen. Sin embargo, la polinización en orquídeas es un proceso complejo de estudiar debido a la diversidad de estrategias reproductivas y a la dificultad de acceso a muchas especies, especialmente las epífitas que crecen en zonas elevadas de los bosques (Abrahamczyk & Kessler, 2015)

Tabla 1. *Clasificación taxonómica de las orquídeas*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Orchidaceae.
Subfamilia	Apostasioideae Cypripedioideae Epidendroideae Orchidoideae Vanilloideae

***Fuente**:* Inaturalist,2016

2.7. Caracterización de composición y estructura

Los índices de diversidad y permiten evaluar cómo se distribuyen los individuos entre las especies y determinar posibles patrones de dominancia dentro de la comunidad (Magurran, 2004). Además, nos ayudan a comprender la diversidad, riqueza de las especies de la familia Orchidaceae dentro de un ecosistema. Asimismo, La composición se relaciona con el conjunto de especies presentes y su abundancia, mientras que la estructura permite analizar la forma en que estas especies se distribuyen y participan dentro de la comunidad vegetal (Aguirre, 2013). Las orquídeas constituyen un grupo de elevada diversidad, especialmente en los bosques montanos y nublados de los Andes, donde las condiciones de humedad, temperatura, disponibilidad de sustratos y características de los árboles hospedantes influyen en su establecimiento y distribución (Benzing, 1990 & Zotz, 2016). El análisis de la riqueza y abundancia permite reconocer las especies más representativas del área de estudio y establecer diferencias en la composición entre sitios o unidades de muestreo (Astudillo-Sánchez et al., 2019).

Tabla 2. *Principales parámetros para evaluar composición y estructura*

Parámetro	Definición
Riqueza	Valor total de especies registradas en un sitio de estudio, utilizado para expresar la diversidad de especies presentes en una comunidad vegetal.
Abundancia	Número de individuos contabilizados para cada especie dentro del área de estudio, lo que permite establecer su representatividad en la comunidad vegetal.
Frecuencia	Cantidad de unidades de muestreo en las que se detecta una especie, lo cual su distribución espacial dentro del área evaluada.
Dominancia	Nivel de predominio de una especie en relación con las demás especies presentes en la comunidad.
IVI	Permite establecer la importancia relativa de las especies dentro de la comunidad con base en sus valores de abundancia, frecuencia y dominancia.

Fuente: Elaboración propia con base en Aguirre (2013)

2.8. Índices de diversidad y estrategias de conservación

Constituyen herramientas ampliamente utilizadas en estudios ecológicos para evaluar la composición y estructura de las comunidades biológicas. La aplicación de estos índices permite evaluar la diversidad florística a partir de la riqueza, abundancia y distribución de las especies presentes en un ecosistema. Estos resultados pueden utilizarse para comparar comunidades vegetales y reconocer variaciones relacionadas con el estado de conservación o diferentes niveles de alteración de la vegetación (Burgos et al., 2026). Asimismo, estos índices integran aspectos como la dominancia y la equidad de las especies, permitiendo comparar comunidades que tienden a tener diferentes estructuras florísticas y ayuda a comprender con mayor precisión su complejidad ecológica (Peralta, 2021). En la Tabla 3 se presentan los principales índices de diversidad utilizados y sus respectivos conceptos.

Tabla 3. *Principales índices para evaluar la diversidad de especies*

Índice	Definición
Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice que cuantifica la diversidad de una comunidad considerando simultáneamente la riqueza de especies y la abundancia relativa de cada una de ellas. Valores elevados indican una mayor diversidad biológica.
Índice de Simpson (D)	Índice que mide el grado de dominancia de las especies dentro de una comunidad, expresando la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie.

Fuente: Elaboración propia con base (Burgos et al., 2026): (Kumar et al., 2022)

Las estrategias de conservación comprenden el conjunto de acciones orientadas a proteger, mantener y recuperar la biodiversidad y los ecosistemas donde se desarrollan las especies vegetales (Lozano et al., 2022). Estas adquieren especial importancia debido a su dependencia de condiciones ambientales específicas de sus plantas hospederas y de las interacciones ecológicas necesarias para su reproducción y establecimiento (Zotz, 2016). Entre las principales medidas se encuentran la conservación *in situ* de los hábitats naturales, el manejo adecuado de la vegetación y la conservación *ex situ* de especies de interés (IUCN, 2016).

Asimismo, la protección de los insectos polinizadores y el mantenimiento de las interacciones planta-polinizador contribuyen a garantizar la reproducción y permanencia de las poblaciones de orquídeas (Ollerton et al., 2011). La educación ambiental, la investigación científica y la participación de diversos actores también representan herramientas fundamentales para fortalecer la conservación y fomentar el uso responsable de los recursos naturales (Convention on Biological Diversity, 2022). En consecuencia, la identificación de las especies presentes y el conocimiento de su composición y estructura permiten definir estrategias de conservación adecuadas a las características ecológicas del área.

2.9. Marco legal

2.9.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución del Ecuador (2008) establece como uno de sus ejes centrales el deber del estado de garantizar a la población su derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, sostenible y que permita el buen vivir establecido en el art 14. Define además como de interés público la conservación ambiental y de los ecosistemas, así como la prevención de impactos sobre el medio. Esta normativa es vigente sobre todo el territorio ecuatoriano.

El Art. 71 (Constitución de la República del Ecuador, 2008) establece que la naturaleza tiene derecho a que se respete su existencia. Cualquier persona puede exigir el cumplimiento de estos derechos donde se aplicarán medidas precautorias frente a actividades que puedan causar extinción de especies o destrucción de ecosistemas. Es deber de los ecuatorianos preservar un ambiente sano y usar los recursos de manera sostenible (CRE, 2008, art. 83, núm. 6). El Estado ejerce soberanía sobre la biodiversidad, con una gestión responsable y de carácter intergeneracional (CRE, 2008, art. 400), y los recursos naturales no renovables, la biodiversidad y el patrimonio genético son inalienables, imprescriptibles e inembargables por parte del Estado (CRE, 2008, art. 408).

2.9.2. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)

Entre los tratados internacionales precisamente en su artículo 8, el cual compromete al Estado a prevenir la introducción de especies exóticas y a controlar o erradicar aquellas que representen un peligro para los ecosistemas. Además, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) regula el comercio de especies mediante el Apéndice I incluye especies en peligro de extinción cuyo comercio internacional solo se permite en circunstancias inusuales, el Apéndice II integra especies que podrían llegar a estar en peligro si no se controla su comercio y el Apéndice III comprende especies protegidas por un país que requiere cooperación internacional para su control.

2.9.3. Leyes Orgánicas

En el marco de la legislación nacional, el Código Orgánico Integral Penal (COIP), publicado en el Registro Oficial Suplemento 180 del 10 de febrero de 2014, establece en su artículo 247 sanciones de uno a tres años de privación de libertad para quienes trafiquen, capturen, comercialicen o transporten especies amenazadas de flora y fauna silvestre, contemplando excepciones para subsistencia, medicina tradicional y consumo doméstico no comercial. Por su parte, el artículo 256 determina que la Autoridad Ambiental Nacional es responsable de definir los delitos ambientales, identificar ecosistemas frágiles y garantizar el derecho a la restauración.

2.9.4. Código Orgánico del Ambiente (CODA)

Publicado en el Registro Oficial Suplemento 983 del 12 de abril de 2017, establece en su artículo 1 la conservación, restauración y uso sostenible de la biodiversidad, artículo 16 dispone la educación ambiental como eje transversal y el artículo 31 define la conservación in situ y ex situ. En cuanto a la conservación in situ, los artículos 33, 35 y 36 regulan la protección de la biodiversidad en su hábitat natural, prohíben la extracción de vida silvestre y establecen mecanismos como áreas protegidas y gestión de paisajes. Respecto a la conservación ex situ, los artículos 64, 65 y 66 disponen la protección de especies con fines científicos, educativos y biotecnológicos a través de viveros, jardines botánicos y otros mecanismos, lo cual resulta esencial para la conservación de orquídeas.

2.9.5. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (R-CODA)

Mediante Decreto Ejecutivo No. 752 en 2019, desarrolla las disposiciones del CODA mediante normas técnicas y procedimientos para la gestión ambiental en el Ecuador. En materia de biodiversidad, establece lineamientos para la conservación, manejo y uso sostenible de los recursos naturales, incluyendo la protección de flora y fauna silvestre conforme a los artículos 247, 248 y 249, en los cuales se regulan las acciones de control, manejo y aprovechamiento de especies. De igual forma, el reglamento establece los mecanismos para la conservación in situ y ex situ, en concordancia con lo dispuesto en el CODA, y regula la implementación de áreas de conservación, así como el manejo de ecosistemas frágiles.

2.9.6. Acuerdos ministeriales

Norma técnica del artículo 256 del COIP (Acuerdo Ministerial Nro. 084, Segundo Suplemento, 30 de septiembre de 2015) Establece los procedimientos y criterios técnicos para la aplicación de sanciones ambientales, así como los lineamientos para la protección, control y manejo de especies de flora y fauna silvestre amenazadas.

2.9.7. Política Nacional para la Gestión de la Vida Silvestre

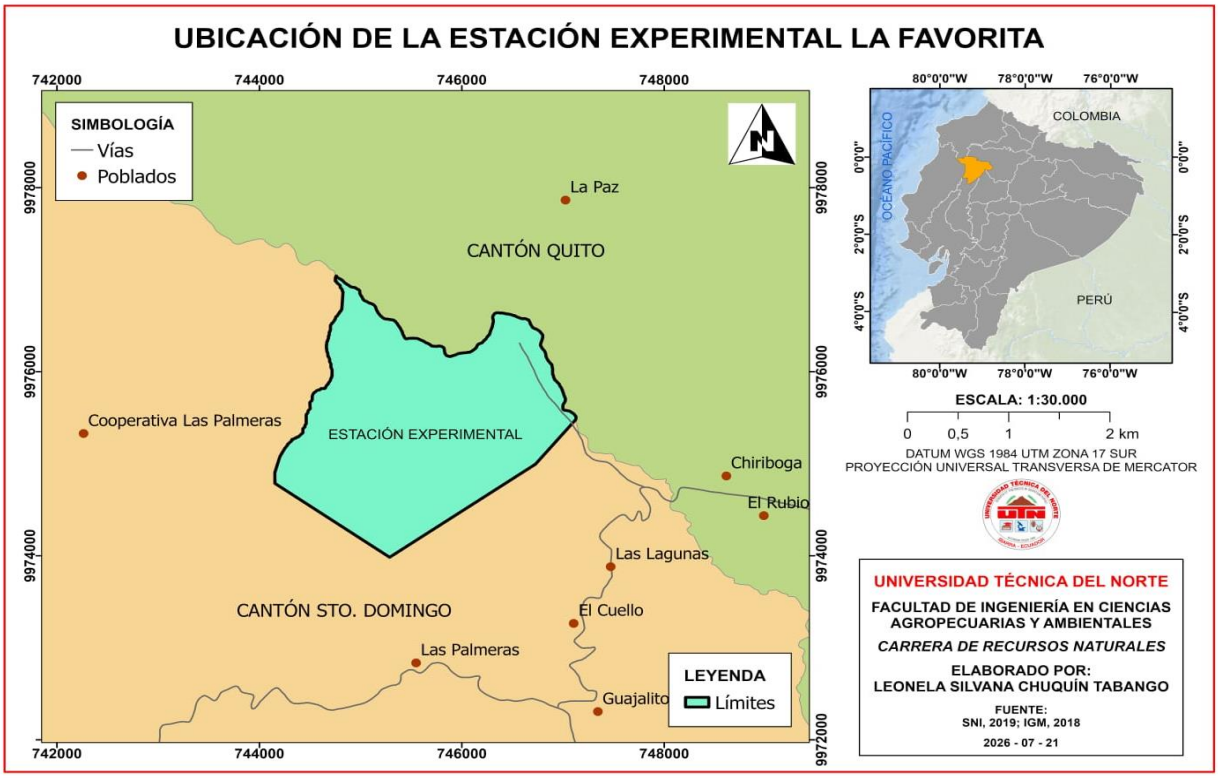
Emitida mediante el Acuerdo Ministerial No. 029 del 16 de mayo de 2017 y publicada en el Registro Oficial No. 52 del 7 de agosto de 2017, establece lineamientos para la conservación, manejo y uso sostenible de la biodiversidad en el Ecuador. Impulsa la conservación in situ y ex situ de la vida silvestre, incluyendo la protección de especies como las orquídeas tanto en sus hábitats naturales como en condiciones controladas. De igual forma, promueve el estudio científico como fundamento para la toma de decisiones ambientales. También promueve el uso sostenible de las especies silvestres bajo criterios técnicos y legales que prevengan su sobreexplotación. Adicionalmente, contempla el fortalecimiento del control y vigilancia para prevenir el tráfico ilegal de especies. Finalmente, busca garantizar la conservación de la biodiversidad mediante acciones integradas que aseguren el bienestar humano, animal y ecosistémico.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1. Descripción del área de estudio

Este trabajo se desarrolló en La Estación Experimental La Favorita ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en la parroquia de Alluriquín, comunidad de Chiriboga, y cuenta con una extensión aproximada de 504 hectáreas limita al norte con el río Saloya, al sur con terrenos baldíos, al este con la quebrada Las Peñas y al oeste con el predio del Sr Ernesto Descalzi. Está situado entre los 1 600 y 2 200 m s. n. m, lo que le otorga una importante variabilidad ecológica debido a su gradiente altitudinal. El suelo es de tipo limo arenoso, lo que influye en el desarrollo de la vegetación presente en el área. Se identifican dos principales zonas de vida como el bosque siempreverde montano bajo y el bosque de neblina montano bajo estas condiciones permiten la presencia de una alta diversidad biológica y ecosistemas de gran importancia ecológica pues representa un espacio clave para la investigación científica la conservación de la biodiversidad y la formación académica en el área ambiental (Ipiales, 2022)

Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio



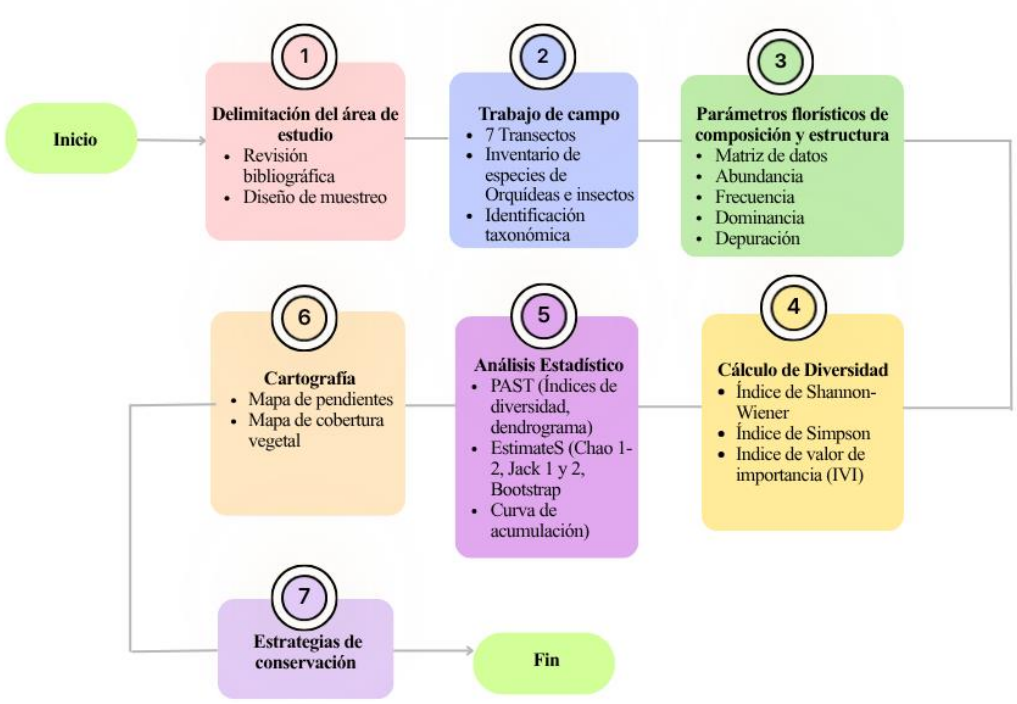
3.2. Métodos

En función de los objetivos establecidos, la investigación se desarrolló mediante la aplicación de los siguientes métodos, seleccionados con base en metodologías propuestas por diferentes autores.

3.2.1. Desarrollo de la investigación

La investigación se desarrolló mediante un procedimiento metodológico secuencial que permitió cumplir de manera ordenada con los objetivos anteriormente planteados. El proceso comprendió la delimitación del área de estudio, el establecimiento de los transectos de muestreo, el inventario e identificación taxonómica de las especies de orquídeas e insectos polinizadores presentes en la estación, la clasificación taxonómica, el cálculo de los parámetros e índices de diversidad florística, el análisis estadístico de los datos, la elaboración de cartografía y finalmente, la formulación de estrategias de conservación para la Estación Experimental la Favorita. La secuencia metodológica aplicada durante el desarrollo de la investigación se presenta en la Figura 4.

Figura 4. *Flujograma metodológico de la investigación*



3.2.2. Establecimiento de los transectos

Se establecieron siete transectos de 50 × 4 m de acuerdo a los senderos de la Estación establecidos desde un punto de referencia donde se tomó en cuenta la diferencia el rango altitudinal denominados parte baja, media y alta con el propósito de considerar la variación ambiental y su posible influencia sobre la composición y estructura de especies (Tabla 4).

Tabla 4. *Senderos y atractivos de la estación*

Elemento	Ubicación/ Coordenadas	Descripción principal	Importancia ecológica y turística
Sendero Principal	Inicio:746884 E/ 9976690 S Fin: 745032E/ 9977334 S	Eje central de la estación que recorre la EELF en sentido latitudinal y conecta todos los senderos secundarios.	Permite la conectividad ecológica y el acceso a los principales atractivos naturales.
Plantaciones de Araucaria	Cercanas a la Estación	Bosques de árboles exóticos de hasta 25 m de altura.	Hábitat de aves, anfibios y mamíferos; importante para observación de fauna.
Plantaciones de Eucalipto	Tres bloques dentro del recorrido	Plantaciones con senderos de 5, 10 y 30 minutos.	Zona de transición ecológica entre vegetación exótica y nativa.
Las Cochas	745675 E 9976547 S	Piscinas naturales de agua cristalina rodeadas de bosque nativo.	Alta biodiversidad sitio de recreación y observación de

Elemento	Ubicación/ Coordenadas	Descripción principal	Importancia ecológica y turística
			flora y fauna.
Cascadas de las Cochas	Zona superior e inferior de Las Cochas	Cascadas de aproximadamente 15 m de altura.	Paisaje escénico ideal para turismo de naturaleza y aventura.
Bosque de Helechos Arborescentes	745155E - 9977143 S	Formación de helechos de hasta 10 m de altura.	Ecosistema de alta importancia florística y conservación.
Sendero Cascada Santa Elena	744922 E - 9976569 S	Ruta de alta dificultad que culmina en una cascada de 40 m.	Zona con presencia de orquídeas, epífitas y alta biodiversidad.

Fuente: *Elaboración propia*

Para el objetivo 1 se realizó la búsqueda y registro de las especies de orquídeas mediante observación directa, complementada con fotografías, georreferenciación y registro de las características morfológicas y estados fenológicos. Para las orquídeas epífitas se efectuó un muestreo por estratos verticales en los árboles hospederos. Las especies se registraron de acuerdo con su ubicación en tres estratos de altura: estrato bajo en rangos de cero a dos m, estrato medio de dos a cinco m y estrato alto más de cinco metros de igual manera se registró su abundancia y frecuencia dentro de cada transecto (Zotz & Bader, 2020).

Para cumplir el objetivo 2 se realizó el registro de insectos polinizadores se efectuaron observaciones directas en los mismos transectos durante los periodos de mayor actividad, además de capturas mediante redes entomológicas y trampas amarillas. Los individuos registrados fueron fotografiados y cuando fue necesario recolectados para su posterior identificación. Esta metodología permitió obtener información sobre la composición y distribución de las orquídeas y de los insectos asociados a ellas mediante redes de interacción en los diferentes sectores y rangos altitudinales evaluados. La representatividad del esfuerzo de muestreo se evaluó mediante la construcción de una curva especie-área, con el propósito de determinar si el incremento de la superficie muestreada permitió registrar nuevas especies Figura 5.

Figura 5. *Establecimiento de transectos*



3.2.3. Identificación de las especies de orquídeas e insectos

Se elaboró una ficha de campo ubicada en el **Anexo 1,** con la cual se registraron las principales características de cada ejemplar, incluyendo información relacionada con sus características morfológicas y el sitio de observación, además, las especies vegetales fueron fotografiadas utilizando una cámara fotográfica y posteriormente organizada en fichas de flora de Field Museum, en el que se incluyó información correspondiente a la familia, nombre científico, como se presenta en el Anexo III. La identificación de las especies se realizó mediante observación directa con el propósito de incrementar la confiabilidad y precisión de los datos obtenidos (FAO, 2004), con el apoyo de los siguientes recursos:

a) Bioweb: es el mayor repositorio de información de la biodiversidad ecuatoriana. Da acceso a una base de datos de 9000 fichas de especies y casi medio millón de especímenes de flora, fauna y hongos.
b) iNaturalist: es una plataforma conjunta mancomunada utilizada para la identificación de especies vegetales, ya que reúne fotografías, observaciones y registros geográficos que sirven de apoyo durante el desarrollo de identificación taxonómica de los ejemplares observados en campo (iNaturalist, 2021).

c) Pl@ntNet: herramienta de reconocimiento botánico basada en inteligencia artificial que permitió determinar preliminarmente el nombre científico de las especies a partir de registros fotográficos (Pl@ntNet, 2017)
d) Fichas de Flora de Field Museum: ofrece un amplio registro fotográfico de las especies florísticas, lo que facilita su identificación taxonómica y posibilita conocer con mayor precisión su distribución geográfica dentro de su área de distribución natural (Field Museum, 2021).
e) GBIF: es un programa de acceso libre que recopila fotografías e información sobre la flora de diferentes zonas del mundo. Igualmente apoya a la identificación de especies, ofrece datos sobre los lugares donde han sido registradas y su distribución geográfica, lo que es útil para diferentes estudios de biodiversidad y conservación hasta restauración (GBIF, 2021).

Para verificar la correcta identificación de las especies de orquídeas e insectos registrados, se realizaron a partir de las fotografías y características observadas en campo fueron contrastadas con especímenes e información disponible en los herbarios de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y del Instituto Nacional de Biodiversidad. La identificación se efectuó a través de la comparación de características morfológicas, principalmente la forma y disposición de las hojas, pseudobulbos, flores y otras estructuras diagnósticas, complementada con literatura especializada, banco de datos y registros de herbarios.

Este procedimiento es coherente con metodologías utilizadas para la identificación taxonómica de especies de orquídeas en Ecuador, donde se emplean comparaciones morfológicas de especímenes (Pérez et al., 2020). Asimismo, el proceso contó con el apoyo del Ing. Marco Montero y del Ing. Galo Tipaz, quienes colaboraron en el contraste y validación de la información obtenida durante el trabajo de campo. La identificación final se aceptó cuando existió concordancia entre las características observadas, los registros de referencia y la información taxonómica consultada.

3.2.3. Clasificación y caracterización de las especies

La información recolectada durante el trabajo de campo fue organizada y tabulada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, considerando los registros obtenidos en los transectos. Para cada especie se sistematizó la información correspondiente a nombre científico, abundancia, frecuencia y sector altitudinal de registro. Además, se consultó la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, versión 2026-1, para determinar el estado de conservación de las especies identificadas. Se registró la categoría oficial correspondiente cuando existió una evaluación disponible; en los taxones sin evaluación se indicó "No evaluada (NE)", mientras que en los ejemplares identificados únicamente a nivel de género no se asignó una categoría específica. La clasificación se realizó de acuerdo con las Categorías y Criterios de la Lista Roja (IUCN, 2026).

Tabla 5. *Lista roja de la IUCN*

Abreviatura	Significado
NE	No evaluada
DD	Datos insuficientes
LC	Preocupación menor
NT	Casi amenazada
VU	Vulnerable
EN	En Peligro
CR	Peligro crítico
EW	Extinta en estado salvaje
EX	Extinta

Fuente: Elaboración propia con base (IUCN, 2026).

3.2.4. Análisis de datos de diversidad

Para evaluar la diversidad de las especies registradas se calcularon parámetros ecológicos e índices de diversidad ampliamente empleados en estudios de comunidades vegetales. Inicialmente, se determinó la riqueza, la abundancia relativa, la frecuencia relativa y el índice de valor de importancia de cada especie, tomando en cuenta los registros obtenidos en campo. Posteriormente, se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson, los cuales posibilitaron analizar la riqueza, diversidad, dominancia y distribución de los individuos entre las

especies. Estos parámetros facilitaron la comparación de la composición de insectos entre los sectores bajo, medio y alto, y permitieron distinguir la diversidad de los potenciales polinizadores asociados a las especies de orquídeas. Las fórmulas utilizadas para el cálculo se presentan a continuación.

a) Abundancia relativa: Expresa la proporción de individuos que representa cada especie con respecto al total de individuos registrados en el área de estudio. Este parámetro permite identificar las especies con mayor representatividad dentro de la comunidad vegetal y constituye un elemento fundamental para el análisis de estructura y composición y el cálculo de los índices de diversidad (Aguirre, 2013). La abundancia relativa se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Ar = \frac{n_i}{N} \times 100$$

Donde:

- **Ar** = Abundancia relativa de la especie (%).
- **ni** = Número de individuos de la especie *i*.
- **N** = Número total de individuos registrados.

b) Frecuencia relativa: Expresa la distribución de una especie dentro del área de estudio, considerando el número de unidades de muestreo en las que se encuentra con respecto al total de registros obtenidos. Este parámetro se calculó mediante la siguiente expresión (Mosquera et al., 2020).

$$Fr = \frac{F_i}{sf} \times 100$$

Donde:

- **Fi =** Frecuencia absoluta de la especie.
- **Sf =** Suma de las frecuencias absolutas de todas las especies registradas.

c) Índice de Shannon-Wiener (H´): es una fórmula matemática que se usa en ecología para medir la biodiversidad de un lugar, tomando en cuenta tanto el número de especies diferentes como qué tan bien distribuidos están los individuos entre ellas (Aguirre, 2013).

Utilizando la siguiente fórmula:

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

Donde:

- **H':** Índice de diversidad de Shannon.
- **∑ :** Sumatoria de todos los valores calculados para cada especie.
- **S:** Riqueza o número total de especies distintas en la muestra.
- $\boldsymbol{p_i}$**:** Proporción de la especie i respecto al total de la comunidad. Se calcula dividiendo el número de individuos de esa especie entre el número total de individuos de todas las especies.

Además, para facilitar la interpretación de los resultados se utilizaron los rangos de clasificación del índice de Shannon-Wiener, los cuales permitieron determinar el nivel de diversidad florística presente en el área de estudio como se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6*. Clasificación de los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener*

Rangos	Significado
< 2	Diversidad baja
2 – 3.5	Diversidad media
3.5 – 5.3	Diversidad alta

Fuente: (Medrano et al., 2017).

d) El índice de Simpson (D) permite evaluar la diversidad de una comunidad considerando la abundancia proporcional de las especies y el grado de dominancia existente. Este índice da mayor peso a las especies más abundantes, por lo que permite identificar si la comunidad está distribuida de manera equilibrada o si existe predominio de determinadas especies. En su expresión de diversidad (1 − D), los valores cercanos a uno indican una mayor diversidad y una menor dominancia, mientras que los valores próximos a cero reflejan una menor diversidad y un mayor predominio de pocas especies (García et al. (2020).

$$D = \sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

- **D** = Índice de diversidad de Simpson.
- **ni** = Número de individuos de la especie *i*.
- **N** = Número total de individuos registrados.

A partir del índice de dominancia (D), también se calculó el índice de diversidad de Simpson**,** mediante la siguiente expresión:

$$1 - D$$

Donde:

- **D** = Índice de dominancia de Simpson.
- **1 − D** = Índice de diversidad de Simpson.

En la presente investigación se reportó el índice de diversidad de Simpson (1 − D), cuyos valores cercanos a 1 indican mayor diversidad y menor dominancia de especies, mientras que los valores próximos a 0 reflejan una menor diversidad y una mayor dominancia, ver Tabla 7

Tabla 7. *Clasificación de los valores del índice de dominancia de Simpson (1-D)*

Valor	Interpretación
0,00 – 0,50	Diversidad baja
0,51 – 0,75	Diversidad media
> 0,75	Diversidad alta

Fuente: (Koneri et al., 2020)

El índice de valor de importancia relativa (IVIs) permite determinar la representatividad ecológica de especies considerando su abundancia y frecuencia dentro del área de estudio. El valor máximo será 200 % (Aguirre, 2013).

$$IVIs = Ar + Fr$$

Donde:

- **AR** = abundancia relativa
- **FR** = frecuencia relativa

3.2.5. Herramientas informáticas para el análisis de datos

El análisis de los datos de diversidad de las especies de Orchidaceae se realizó mediante el software PAST versión 3.24, en el cual se calcularon los índices de Shannon-Wiener, Simpson. De igual manera, se empleó el índice de similitud de Bray-Curtis y el análisis de conglomerados para determinar el grado de semejanza en la composición de especies entre los sectores bajo, medio y alto del área de estudio (Hammer et al., 2001). Para evaluar la representatividad del esfuerzo de muestreo se elaboraron curvas de acumulación de especies, relacionando el número acumulado de especies con las unidades de muestreo, lo que permitió determinar si el esfuerzo aplicado fue suficiente para caracterizar la riqueza de Orchidaceae y de los insectos registrados. También, se utilizaron los estimadores no paramétricos Chao 1-2, Jack 1-2 y Bootstrapara aproximar la riqueza esperada y comparar el número de especies observadas con la riqueza estimada (Colwell, 2013).

El análisis de las interacciones de los insectos potencialmente polinizadores se realizó mediante el programa R, utilizando el paquete bipartite, especializado en el análisis de redes ecológicas bipartitas.

3.2.6. Análisis estadístico de los índices de diversidad

Se emplearon procedimientos estadísticos descriptivos y multivariados, considerando la información obtenida. Estos análisis permitieron evaluar la distribución de los datos, las diferencias en los atributos de diversidad, similitud en la composición y estructura de especies.

- Índice de Bray-Curtis: se empleó para determinar la similitud en la composición utilizando las matrices de abundancia obtenidas durante el muestreo. A partir de las distancias de Bray-Curtis se elaboró un dendrograma para representar gráficamente el agrupamiento de los transectos según la similitud en su composición de las especies de orquídeas.
- Curva de acumulación de especies: empleada para evaluar la representatividad del esfuerzo de muestreo y determinar de qué modo se incrementó la riqueza de especies a medida que se incluyeron nuevas unidades de muestreo.

- Estimadores Chao 1-2, Jack 1-2: se aplicó para estimar la riqueza potencial de especies y contrastar el número de especies observadas con la riqueza esperada, lo que permitió valorar la totalidad del inventario.
- Red de interacción Orchidaceae–insectos: se construyó una matriz de presencia–ausencia, asignando 1 cuando se registró una interacción entre una especie de Orchidaceae y un insecto potencialmente polinizador y 0 cuando no se registró. A partir de esta matriz se elaboró una red bipartita para identificar las especies con mayor número de asociaciones y caracterizar la estructura de las interacciones.

3.2.7. Elaboración de mapas temáticos mediante el software Arc Gis 10.8

Con el fin de describir espacialmente las condiciones biofísicas de la zona de estudio, se construyó cartografía temática empleando el software ArcGIS Pro. Para esto, se emplearon datos geoespaciales de fuentes oficiales, los cuales fueron complementados con los puntos de georreferenciación registrados durante las salidas de campo. Con base en esta información se elaboraron mapas de ubicación, altitud y cobertura vegetal correspondientes al área de estudio. (Instituto Geográfico Militar, 2024). Estos insumos cartográficos contribuyeron a describir las condiciones físicas y de cobertura del territorio, además de posibilitar la interpretación espacial de los patrones de distribución tanto de las especies de Orchidaceae como de los insectos potencialmente polinizadores identificados a lo largo de la investigación.

3.2.7.1. Elaboración del mapa de pendientes

El mapa de pendientes se elaboró a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM) con una resolución espacial de 30 metros, obtenido del Instituto Geográfico Militar (IGM). Con las herramientas de análisis espacial que ofrece ArcGIS, se empleó la función Slope, que permitió calcular la inclinación del terreno expresada en porcentaje. Posteriormente, dichas pendientes se clasificaron según los rangos definidos para el análisis del relieve, lo que hizo posible representar espacialmente la variación topográfica presente en el área de estudio y su posible efecto sobre la distribución de la vegetación (Instituto Geográfico Militar, 2024).

3.2.7.2. Elaboración del mapa de cobertura y uso del suelo

El mapa de cobertura vegetal de la Estación Experimental La Favorita se elaboró con base en información cartográfica temática proporcionada por el Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica. Dicha información fue procesada en el software ArcGIS, mediante herramientas de recorte, selección y edición cartográfica que permitieron delimitar el área correspondiente a la estación y representar las coberturas vegetales presentes en ella. A partir de este procesamiento se obtuvo el mapa temático de cobertura vegetal, con el cual fue posible identificar y representar espacialmente las principales unidades de cobertura existentes en el área. Esta información sirvió como insumo para caracterizar las condiciones del sitio y analizar la distribución de las especies (SIGTIERRAS, 2015).

3.2.8. Estrategias para la conservación en la Estación

Las estrategias de conservación fueron formuladas a partir de la información obtenida durante el inventario de Orchidaceae, el análisis de la diversidad, la caracterización de la cobertura vegetal y el registro de los insectos potencialmente polinizadores en la Estación Experimental La Favorita. Para su creación se tomó en cuenta las condiciones y evidencias de alteración identificadas durante el trabajo de campo, la distribución de las especies en los sectores bajo, medio y alto, así como las interacciones registradas entre las especies de orquídeas e insectos. En función de estos resultados, se propusieron acciones dirigidas a la protección de las poblaciones naturales, la conservación de los organismos asociados y el manejo sostenible del área de estudio, dando prioridad a medidas acordes con sus características ecológicas y requerimientos de conservación.

Tabla 8. *Criterios para las estrategias de conservación*

Criterio	Descripción
Diversidad de especies de la familia Orchidaceae	Se tomó en cuenta la riqueza, abundancia, composición y estructura de las especies registradas.
Estado de conservación	Se verificó la categoría de conservación de las especies identificadas.
Cobertura vegetal	Se consideró la cobertura existente y su relevancia para las especies de orquídeas.
Insectos potencialmente polinizadores	Se tomaron en cuenta las especies registradas y sus interacciones con las orquídeas identificadas.
Evidencias de alteración	Se documentaron las principales actividades o evidencias de intervención observadas en campo.
Información científica	Se empleó bibliografía relacionada con la conservación.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnóstico y caracterización

La caracterización general de la comunidad de orquídeas permitió obtener una visión integral de la composición y estructura de las especies de la familia Orchidaceae registradas. A partir del muestreo establecidos en los diferentes sectores evaluados, se recopiló información relacionada con la riqueza de especies, abundancia de individuos y distribución de las especies registradas. Esta información permitió identificar las especies más representativas dentro de la comunidad y reconocer variaciones en su presencia y abundancia entre los sitios de muestreo. Los resultados obtenidos constituyen la base para el posterior cálculo de los índices de diversidad y para el análisis de la composición y estructura de la comunidad de orquídeas en el área de estudio.

En total se reportaron 111 individuos de orquídeas, correspondientes a 25 especies, lo que permitió caracterizar la composición y abundancia de la comunidad de Orchidaceae presente en los sitios evaluados. Por otra parte, se registraron 15 especies de insectos polinizadores, pertenecientes a 5 familias, lo que demuestra la presencia de un componente entomológico asociado a la comunidad de orquídeas. Estos resultados constituyen la base para el análisis de la diversidad florística, así como para la evaluación de la composición y distribución de las especies de orquídeas y sus posibles relaciones con los insectos polinizadores registrados a lo largo del estudio.

4.2.1 Orquídeas registradas

El inventario florístico en la Estación Experimental La Favorita permitió registrar 111 individuos distribuidos en 25 especies. *Stelis pulchella* se destacó como la especie con mayor abundancia, con 15 individuos (14 % del total), seguida de *Cattleya maxima*, con siete individuos (6 %). Por su parte, *Oncidium serratum*, *Lepanthes mucronata* y *Maxillaria lepidota* presentaron una abundancia de seis individuos cada una (5 % respectivamente), al igual que *Pleurothallis cardioides*, *Masdevallia citrinella* y *Epidendrum ibaguense* y *Epidendrum radicans*, también con cinco individuos (5 %) cada una. En contraste, *Dracula vespertilio* fue la especie menos representada, con un único individuo registrado (1 % del total), evidenciando una distribución desigual de la abundancia entre las especies inventariadas. Este patrón, en el que unas pocas

especies concentran una proporción considerable de los individuos mientras la mayoría presenta valores bajos de abundancia, es característico de las comunidades de Orchidaceae en bosques montanos y siempreverdes de Ecuador.

Desde el punto de vista ecológico, las especies registradas presentan diferentes grados de adaptación, donde la humedad ambiental, la cobertura del dosel, la disponibilidad de árboles hospederos y la presencia de microhábitats con musgos y materia orgánica constituyen factores importantes para su establecimiento. Las especies epífitas aprovechan principalmente troncos y ramas como soporte, obteniendo agua y humedad a partir de la lluvia, la neblina y el ambiente circundante, sin depender directamente del suelo para su nutrición (Kew, 2026). La disponibilidad y estructura de los árboles hospederos también puede influir en la composición y abundancia de las comunidades de orquídeas, debido a que los árboles de mayor tamaño y con cortezas rugosas pueden proporcionar una mayor cantidad de sitios adecuados para su establecimiento (Morales-Linares et al., 2022).

Además, las condiciones de precipitación, elevación, altura del dosel y estructura del bosque han demostrado influir en la riqueza y densidad de las plantas epífitas en bosques montanos andinos (Vásquez et al., 2023). En el caso de las especies pertenecientes a Pleurothallis, Lepanthes, Masdevallia, Stelis y otros grupos de orquídeas de pequeño tamaño, los ambientes húmedos y con cobertura vegetal estable pueden proporcionar condiciones favorables para su desarrollo de hecho estudios recientes en los bosques montanos del Ecuador han registrado especies de estos géneros creciendo como epífitas en ambientes con elevada humedad, cobertura de neblina y árboles cubiertos de musgos (Monteros et al., 2025). Por otra parte, las diferencias en abundancia observadas entre las especies de este estudio pueden estar relacionadas con la disponibilidad de micrositios favorables, la capacidad de cada especie para establecerse sobre diferentes hospederos y su tolerancia a variaciones de luz y humedad, por lo que una mayor abundancia no necesariamente responde a un único factor ambiental, sino a la combinación de las características ecológicas de cada especie y las condiciones particulares del bosque.

Tabla 9. *Especies de orquídeas registradas*

Familia	Género	Especie	Individuos
Orchidaceae	Catasetum	*Catasetum expansum*	3
Orchidaceae	Cattleya	*Cattleya maxima*	7
Orchidaceae	Dracula	*Dracula vespertilio*	1
Orchidaceae	Elleanthus	*Elleanthus capitatus*	3
Orchidaceae	Encyclia	*Encyclia vespa*	3
Orchidaceae	Epidendrum	*Epidendrum embreei*	4
Orchidaceae	Epidendrum	*Epidendrum ibaguense*	5
Orchidaceae	Epidendrum	*Epidendrum jamiesonis*	4
Orchidaceae	Epidendrum	*Epidendrum radicans*	5
Orchidaceae	Lepanthes	*Lepanthes mucronata*	6
Orchidaceae	Masdevallia	*Masdevallia citrinella*	5
Orchidaceae	Masdevallia	*Masdevallia pinot noir*	3
Orchidaceae	Maxillaria	*Maxillaria lepidota*	6
Orchidaceae	Mormolyca	*Mormolyca rufescens*	4
Orchidaceae	Odontoglossum	*Odontoglossum portmannii*	3
Orchidaceae	Oncidium	*Oncidium serratum*	6
Orchidaceae	Oncidium	*Oncidium* sp.	4
Orchidaceae	Pleurothallis	*Pleurothallis cardioides*	5
Orchidaceae	Pleurothallis	*Pleurothallis cardiothallis*	3
Orchidaceae	Pleurothallis	*Pleurothallis penduliflora*	4
Orchidaceae	Rhynchostylis	*Rhynchostylis gigantea*	2
Orchidaceae	Rodriguezia	*Rodriguezia lanceolata*	3
Orchidaceae	Sobralia	*Sobralia powellii*	4
Orchidaceae	Stanhopea	*Stanhopea ecornuta*	3
Orchidaceae	Stelis	*Stelis pulchella*	15
Total			**111**

4.2.2 Insectos registrados

El conjunto de 15 especies de insectos polinizadores identificados muestra un claro predominio del orden Hymenoptera, sobre todo de la familia Apidae, que agrupa especies relevantes como *Euglossa imperialis*, *Euglossa ignita, Eulaema bombiformis* y *Eulaema meriana*. Estas abejas, reconocidas por su estrecha relación con las orquídeas, desempeñan un papel esencial en los procesos de polinización especializada, especialmente en ambientes tropicales. Su presencia es indicativa de condiciones ambientales favorables y de una adecuada oferta de recursos florales. A esto se suman especies como *Eufriesea surinamensis* y *Melipona mimetica*, que enriquecen la diversidad funcional del sistema, así como *Trigona fulviventris* y *Lasioglossum* spp., que intervienen en la polinización generalista y amplían las interacciones ecológicas del área.

En cuanto al orden Lepidoptera, representado por la familia Sphingidae, se identificaron especies como *Xylophanes tersa, Manduca sexta* y *Erinnyis ello*, que actúan como polinizadores de hábitos nocturnos o crepusculares. Gracias a adaptaciones morfológicas como sus probóscides alargadas, estas especies logran acceder a flores de corola profunda, favoreciendo así la polinización de orquídeas más especializadas. Su actividad complementa la de los himenópteros, extendiendo el período diario de polinización y reforzando la dinámica ecológica del ecosistema, lo que además fortalece su capacidad de recuperación al ampliar los mecanismos de dispersión del polen. (Arditti et al., 2012).

Por último, el orden Díptera, representado por las familias Syrphidae y Drosophilidae, con especies como *Eristalis tenax, Allograpta exotica y Drosophila sp.* cumple una función como polinizador secundario. Si bien su capacidad es individual puede ser menor a la de las abejas, esta limitación se compensa con su elevada abundancia y frecuencia de visitas a las flores. Estas tienden a polinizar flores abiertas o de tipo generalista, favoreciendo la conectividad ecológica entre las plantas. En general, la diversidad de polinizadores registrada refleja una red de interacción ecológica potencial compleja y funcional, determinante para la reproducción de las orquídeas y la estabilidad del ecosistema estudiado.

Tabla 10. *Insectos polinizadores registrados*

N.º	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Hymenoptera	Apidae	*Euglossa imperialis*	Abeja de orquídeas verde
2	Hymenoptera	Apidae	*Euglossa ignita*	Abeja fraganciera
3	Hymenoptera	Apidae	*Eulaema bombiformis*	Abeja grande
4	Hymenoptera	Apidae	*Eulaema meriana*	Abeja robusta
5	Hymenoptera	Apidae	*Eufriesea surinamensis*	Abeja dorada
6	Hymenoptera	Apidae	*Melipona mimetica*	Abeja sin aguijón
7	Hymenoptera	Apidae	*Trigona fulviventris*	Abeja social pequeña
8	Hymenoptera	Halictidae	*Augochlora amphitrite*	Abeja verde metálica
9	Hymenoptera	Halictidae	*Lasioglossum* sp.	Abeja del sudor
10	Lepidoptera	Sphingidae	*Xylophanes tersa*	Polilla esfinge
11	Lepidoptera	Sphingidae	*Manduca sexta*	Polilla de cinco manchas
12	Lepidoptera	Sphingidae	*Erinnyis ello*	Polilla marrón
13	Diptera	Syrphidae	*Eristalis tenax*	Mosca de las flores
14	Diptera	Syrphidae	*Allograpta exotica*	Mosca cernidora
15	Diptera	Drosophilidae	*Drosophila* sp.	Mosca pequeña

4.2 Diversidad de la comunidad

La diversidad de la comunidad de orquídeas registrada fue evaluada mediante el análisis de la riqueza específica, abundancia y los estimadores de diversidad, con el propósito de caracterizar la composición y estructura de las especies presentes. El análisis permitió determinar la distribución de las especies registradas y establecer cuáles presentan mayor representatividad dentro de la comunidad, los resultados obtenidos permitieron evaluar el comportamiento de la diversidad entre las diferentes zonas de muestreo.

4.2.3 Representatividad del muestreo

La representatividad del muestreo se evaluó mediante los estimadores no paramétricos Chao 1 y 2, Jack 1 y 2 Bootstrap, obtenidos con el software EstimateS 9.1.0, los cuales permiten determinar la suficiencia del esfuerzo de muestreo a partir de la comparación entre la riqueza de especies observada y la riqueza estimada. Estos estimadores constituyen una herramienta ampliamente utilizada en estudios de diversidad biológica para verificar si el inventario realizado representa adecuadamente la composición de especies del área de estudio. Los resultados

obtenidos (Tabla 11)

Tabla 11. *Estimadores de riqueza*

Estimador de riqueza	Valor estimado
Chao 1 Mean	25
Chao 2 Mean	28,86
Jack 1 Mean	37,57
Jack 2 Mean	35,36
Bootstrap Mean	30

El estimador Chao 1 presentó un valor de 25 especies, coincidiendo con la riqueza observada en el área de estudio, lo que indica que, de acuerdo con este estimador, el muestreo habría registrado prácticamente la totalidad de las especies esperadas. Por otro lado, Chao 2 estimó una riqueza de 28,86 especies, mientras que Bootstrap alcanzó 30 especies, evidenciando una riqueza potencial ligeramente superior a la observada. Los valores más elevados correspondieron a Jackknife 2 con un valor de 35,36 especies y Jackknife 1 con 37,57 especies, lo que sugiere que podrían existir especies no detectadas durante el muestreo. En conjunto, los estimadores presentan una riqueza potencial aproximada de 25 a 38 especies, indicando que, aunque el inventario registró una riqueza importante, podría ser necesario ampliar el esfuerzo de muestreo para detectar especies adicionales.

En la Figura 6 se muestra la curva de acumulación de especies, en la cual se observa un incremento progresivo de la riqueza conforme aumentó el esfuerzo de muestreo, alcanzándose una riqueza observada de 25 especies, el transecto 7 permitió registrar nuevas especies que no habían sido detectadas anteriormente, evidenciando su importancia para completar la composición de Orchidaceae del área de estudio. En conjunto, estos resultados indican que la riqueza potencial podría ser superior a la registrada, particularmente según los estimadores Jacknife. Por tanto, aunque el inventario permitió caracterizar una proporción importante de la riqueza del área, la aparición de nuevas especies en el último transecto sugiere que un incremento en el esfuerzo de

muestreo con dos o tres transectos que podría permitir detectar especies adicionales.

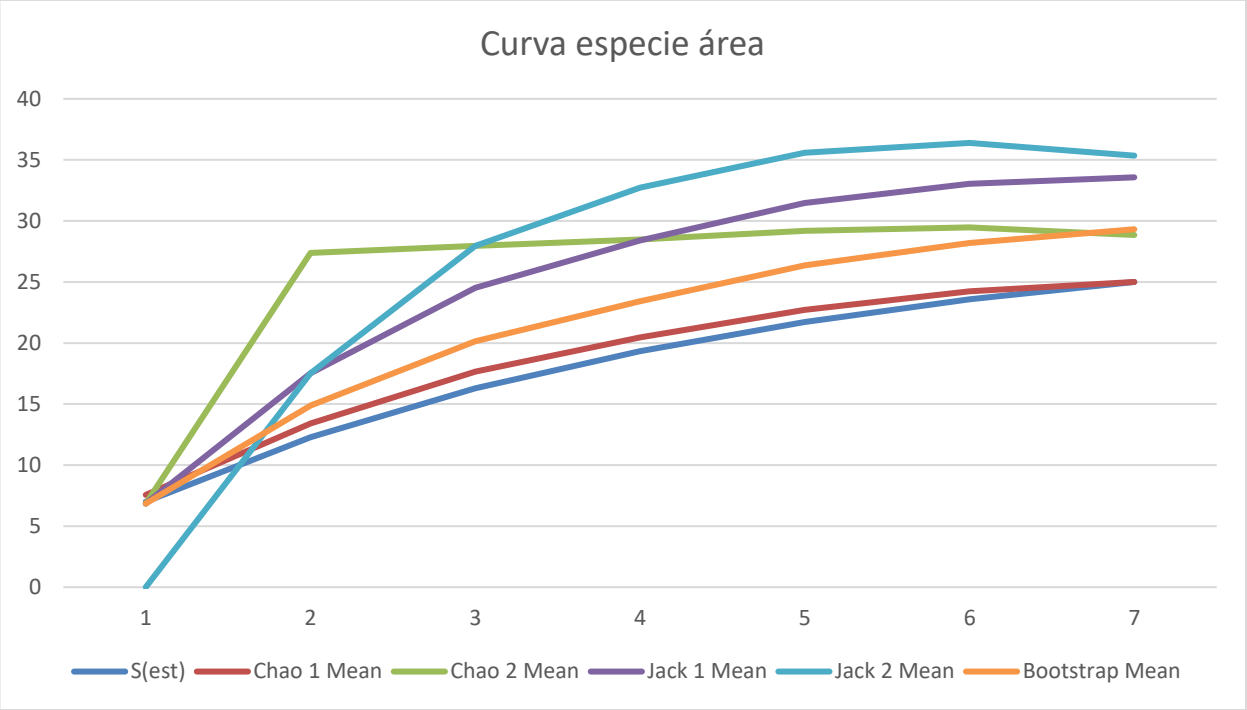


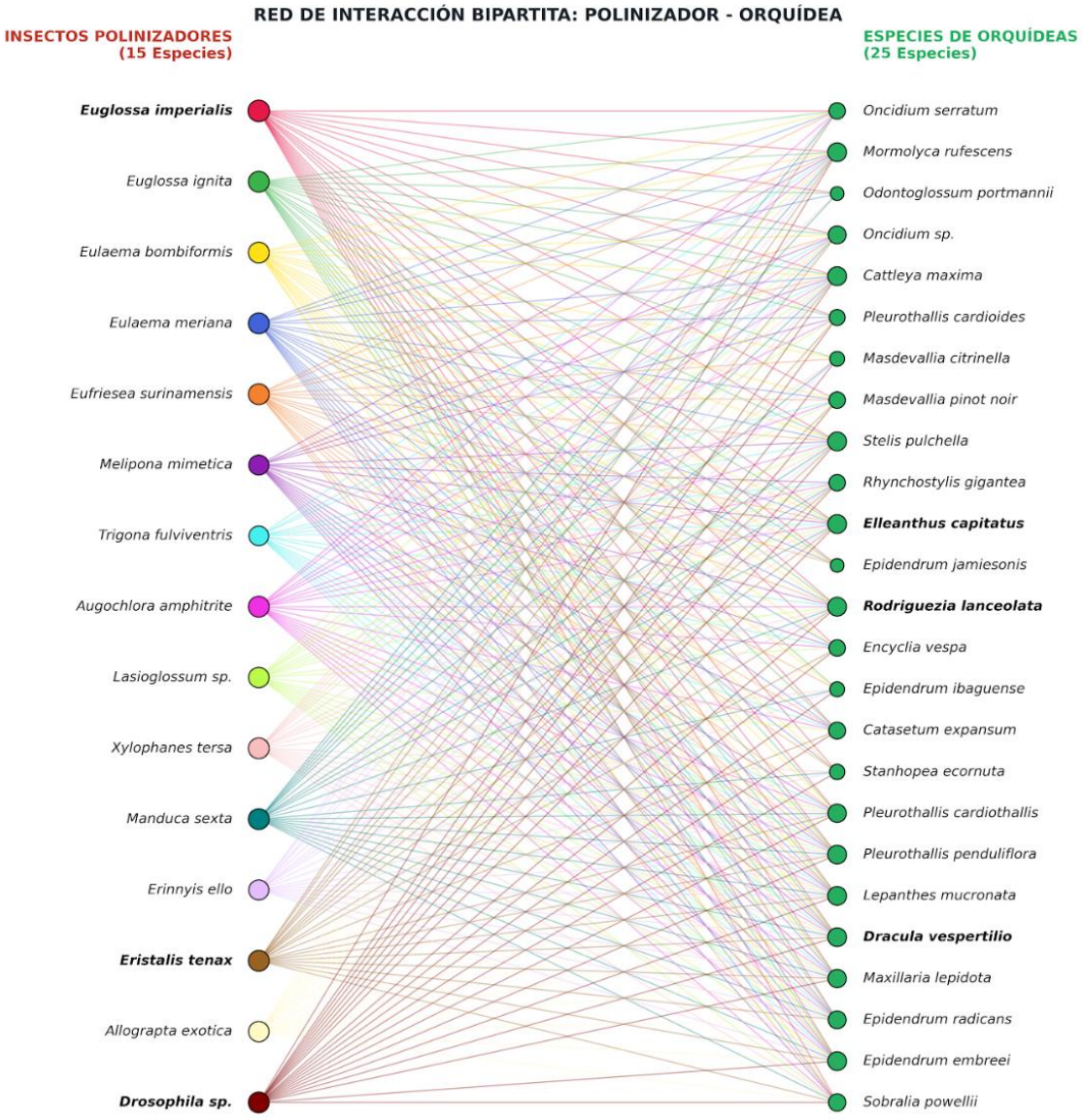
Figura 6. *Curva acumulación de especies*

Esta tendencia coincide con lo reportado en otros estudios florísticos ecuatorianos, en los cuales la cercanía entre la riqueza registrada y la riqueza estimada se utilizó como criterio para evaluar la idoneidad del esfuerzo de muestreo. En el caso del Bosque Los Búhos, el estimador Bootstrap mostró una eficiencia del 90,86 %, y Chao 1 llegó al 88,61 %, lo cual confirma que la curva de acumulación de especies es una herramienta apropiada para determinar si un inventario es suficiente (Tarazona & Flores, 2025). De manera similar, investigaciones sobre vegetación en bosques montanos han indicado que, cuando la curva alcanza un punto de estabilización, esto refleja que el número de unidades muestreadas fue el adecuado. Por su parte, Mites (2017), en su investigación sobre orquídeas en bosques de Manabí, encontró especies restringidas a ciertos transectos y empleó el estimador Chao 2 para calcular la riqueza potencial del área, lo que resalta la relevancia de distribuir espacialmente las unidades de muestreo.

4.2.4 Redes de interacción orquídea- insecto

Las redes de interacción ofrecen una representación general de los vínculos potenciales entre las especies de Orchidaceae registradas y los insectos presentes en el área de estudio. Mediante esta herramienta fue posible identificar relaciones potenciales entre las plantas y sus visitantes florales, teniendo en cuenta que una misma especie de insecto puede asociarse con una o varias especies vegetales (Muchhala et al., 2012). La estructura resultante permite distinguir aquellas especies con mayor número de conexiones, las cuales suelen tener un papel relevante dentro de la dinámica de polinización, así como especies con pocas conexiones, lo que podría reflejar relaciones más específicas o una frecuencia de interacción**,** identificando las especies vegetales con las que han sido reportadas como visitantes o polinizadores. En general, la diversidad de polinizadores registrada nos indica una red de interacción ecológica potencial compleja y funcional, determinante para la estabilidad del ecosistema estudiado (Nasrun,2026).

Figura 7. *Red de interacción insecto orquídea*



Nota: *Las interacciones realizadas en base a (Dormann et al., 2008) y corresponden a registros reportados en la literatura y no representan interacciones comprobadas dentro de la Estación.*

En Ecuador se ha documentado una relación estrecha entre las abejas Euglossini y las Orchidaceae algunos machos de estos insectos recolectan compuestos aromáticos producidos por las flores y durante sus visitas, pueden participar en procesos de polinización (López,2018). documentó esta interacción en Ecuador mediante el análisis de polinios de Orchidaceae transportados por abejas Euglossini, evidenciando la importancia de este grupo en las interacciones

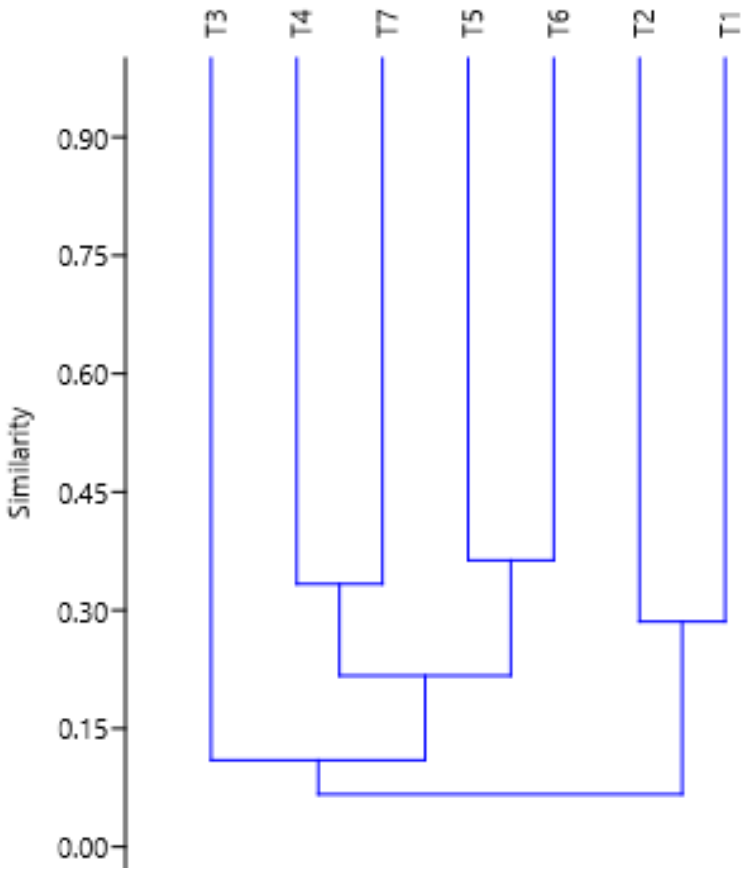
planta-polinizador.

De manera similar un estudio realizado con *Sobralia rosea* en los Andes ecuatorianos registró 59 especies de visitantes florales y determinó como polinizadores a *Eulaema cingulata*, *Eulaema meriana* y otros Euglossini, demostrando que una misma especie vegetal puede mantener interacciones con múltiples visitantes y polinizadores (Muchhala et al., 2012). En este contexto, la presencia de insectos asociados en el área de estudio puede contribuir al mantenimiento de los procesos reproductivos de las Orchidaceae, sin embargo, su registro como visitantes no permite afirmar por sí solo que todas las especies actuaron como polinizadores efectivos.

4.1.3. Similitud florística entre los transectos evaluados

La similitud en la composición de especies entre los siete transectos evaluados se determinó mediante un análisis de agrupamiento (clúster), aplicando el índice de Bray-Curtis en el software PAST. Se seleccionó este índice debido a que permite incorporar datos de abundancia relativa de las especies y no únicamente su presencia o ausencia, además de no verse afectado por la coincidencia de especies ausentes entre transectos, lo que evita sobreestimar la similitud en comunidades donde varias especies se distribuyen de manera restringida. Para el análisis se consideró tanto la composición como la abundancia de las especies registradas en cada unidad de muestreo. A partir del dendrograma obtenido fue posible establecer el grado de afinidad entre los transectos en cuanto a su composición de orquídeas, así como identificar los patrones de agrupamiento resultantes. Con base en estos resultados, adicionalmente, se pudieron reconocer posibles diferencias en la composición de especies.

Figura 8. *Dendrograma por transecto*



El dendrograma muestra que T1 y T2, ubicados en la parte baja y cercana a la Estación, presentan mayor similitud porque comparten condiciones ambientales relativamente semejantes, como mayor accesibilidad, además de una estructura de vegetación y disponibilidad de árboles hospederos similar. T3, aunque también pertenece al sector bajo, se separa del grupo debido a que puede presentar una transición hacia condiciones más naturales del bosque, con cambios en cobertura vegetal, humedad, luminosidad y disponibilidad de sustratos para las orquídeas. Por otra parte, T4 y T7 y T5 y T6 se agrupan porque, aunque corresponden a sectores medio y alto, pueden compartir condiciones propias de zonas con mayor continuidad de la cobertura boscosa, como mayor humedad, sombra, presencia de árboles hospederos, musgos y materia orgánica. Por ello, los transectos no se agrupan exclusivamente por su posición si no de acuerdo con la semejanza de las condiciones ambientales y de la composición de especies que encuentran las orquídeas a lo largo de los senderos. La separación entre grupos refleja cambios graduales en el ambiente desde la estación hacia las partes más internas y elevadas del bosque.

Estudios realizados en bosques de neblina y bosques siempre verdes de Ecuador han evidenciado que la similitud entre comunidades vegetales suele estar determinada por factores como la cobertura vegetal, la humedad y la topografía, condiciones especialmente relevantes en este tipo de ecosistemas donde la humedad atmosférica y la nubosidad constante favorecen una alta diversidad de especies epífitas. En este sentido, los análisis de similitud permiten identificar sectores que comparten características florísticas comunes, aportando a una mejor comprensión de la estructura y distribución de la vegetación. Asimismo, la heterogeneidad observada entre los transectos coincide con lo reportado por Mites (2017) quienes evidenciaron diferencias en la composición de Orchidaceae entre unidades de muestreo y sectores de estudio en otras zonas de Ecuador, resaltando la importancia de las condiciones microambientales y espaciales en la distribución de esta familia. Mites et al. (2022),

4.1.4. Clasificación y categorización de especies

La categorización de las 25 especies registradas en la Estación se realizó con base en las categorías de conservación de la UICN. Los resultados mostraron un claro predominio de especies clasificadas como No Evaluadas (NE), con 24 especies, mientras que *Masdevallia bonplandii* fue la única registrada en la categoría Datos Insuficientes (DD), lo que refleja la falta de información suficiente para determinar con precisión su estado de conservación. Cabe aclarar que la condición de "No Evaluada" no implica que estas especies estén libres de riesgo, sino que aún no han sido valoradas formalmente bajo los criterios de la UICN, lo cual resalta la necesidad de continuar generando información sobre su distribución y abundancia

Por otra parte, Eras et al. (2021) señala que los inventarios florísticos constituyen una herramienta clave en el establecimiento de líneas base de biodiversidad. Asimismo, la conservación del bosque y en particular de los forófitos y microhábitats asociados resulta esencial para garantizar las condiciones que estas especies epífitas requieren, por lo que estos resultados aportan información relevante para orientar futuras investigaciones y estrategias de conservación.

Tabla 12. *Categorización de las especies*

N.º	ESPECIE	CATEGORIZACIÓN UICN
1	*Catasetum expansum*	NE
2	*Cattleya maxima*	NE
3	*Dracula vespertilio*	NE
4	*Elleanthus capitatus*	NE
5	*Encyclia vespa*	NE
6	*Epidendrum embreei*	NE
7	*Epidendrum ibaguense*	NE
8	*Epidendrum jamiesonis*	NE
9	*Epidendrum radicans*	NE
10	*Lepanthes mucronata*	NE
11	*Masdevallia citrinella*	NE
12	*Masdevallia pinot noir*	NE
13	*Maxillaria lepidota*	NE
14	*Mormolyca rufescens*	NE
15	*Odontoglossum portmannii*	NE
16	*Oncidium serratum*	NE
17	*Oncidium sp.*	NE
18	*Pleurothallis cardioides*	NE
19	*Pleurothallis cardiothallis*	DD
20	*Pleurothallis penduliflora*	NE
21	*Rhynchostylis gigantea*	NE
22	*Rodriguezia lanceolata*	NE
23	*Sobralia powellii*	NE
24	*Stanhopea ecornuta*	NE
25	*Stelis pulchella*	NE

4.2.5 Frecuencia relativa de las especies

El análisis de la abundancia relativa evidenció una distribución desigual de las especies de Orchidaceae registradas, destacándose *Stelis pulchella* como la especie más representativa, con 15 individuos, equivalente al 13,51 % del total registrado. Le siguió *Cattleya maxima* con 6,31 %, mientras que *Oncidium serratum*, *Lepanthes mucronata* y *Maxillaria lepidota* presentaron 5,41 % cada una. Este patrón coincide con investigaciones desarrolladas en bosques montanos del

Ecuador, donde se ha observado que determinadas especies o géneros concentran una mayor cantidad de individuos dentro de la comunidad de orquídeas. En la Reserva Geobotánica Pululahua, Mites et al. (2022) registraron 922 individuos de Orchidaceae y evidenciaron diferencias importantes en la abundancia entre especies y sectores del bosque, lo que demuestra una distribución heterogénea de los individuos.

Por otra parte, estudios realizados en bosques montanos de Loja identificaron a *Stelis*, *Maxillaria* y *Cyrtochilum* como grupos dominantes en determinados estratos del bosque, mientras *Pleurothallis* presentó mayor representación en estratos inferiores. Estos antecedentes respaldan el patrón encontrado en el presente estudio, donde pocas especies concentran una proporción importante de los individuos, mientras otras presentan una representación reducida, posiblemente en condiciones de humedad, sustrato y distribución vertical de las especies dentro del bosque (Mites et al., 2022). Este comportamiento coincide con lo reportado por Ipiales Guamán (2022) para el bosque siempreverde montano bajo del mismo lugar de estudio, donde se evidenció que determinadas especies presentaron mayores valores de abundancia, frecuencia y dominancia, mientras otras tuvieron una representación menor.

4.2.6. Índices de diversidad

Con el fin de evaluar la diversidad y estructura de la comunidad de Orchidaceae registrada, se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Simpson (1-D), ampliamente empleados en estudios ecológicos por su capacidad de caracterizar distintos componentes de la diversidad biológica. El índice de Shannon-Wiener (H') combina la riqueza de especies con la abundancia relativa de los individuos, lo que posibilita determinar el nivel de diversidad presente en el área evaluada. Por su parte, el índice de Simpson (1-D) considera la abundancia de las especies y el peso relativo de las más frecuentes dentro de la comunidad, permitiendo identificar posibles patrones de dominancia. En conjunto, ambos índices ofrecen una visión integral de la diversidad y estructura de la comunidad presente en el bosque siempreverde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita.

Tabla 13. *Índices de diversidad*

Especie	Registros (Frecuencia)	Shannon	Simpson
Catasetum expansum	3	-0,098	0,001
Cattleya maxima	7	-0,174	0,004
Dracula vespertilio	1	-0,042	0,000
Elleanthus capitatus	3	-0,098	0,001
Encyclia vespa	3	-0,098	0,001
Epidendrum embreei	4	-0,120	0,001
Epidendrum ibaguense	5	-0,140	0,002
Epidendrum jamiesonis	4	-0,120	0,001
Epidendrum radicans	5	-0,140	0,002
Lepanthes mucronata	6	-0,158	0,003
Masdevallia citrinella	5	-0,140	0,002
Masdevallia pinot noir	3	-0,098	0,001
Maxillaria lepidota	6	-0,158	0,003
Mormolyca rufescens	4	-0,120	0,001
Odontoglossum portmannii	3	-0,098	0,001
Oncidium serratum	6	-0,158	0,003
Oncidium sp.	4	-0,120	0,001
Pleurothallis cardioides	5	-0,140	0,002
Pleurothallis cardiothallis	3	-0,098	0,001
Pleurothallis penduliflora	4	-0,120	0,001
Rhynchostylis gigantea	2	-0,072	0,000
Rodriguezia lanceolata	3	-0,098	0,001
Sobralia powellii	4	-0,120	0,001
Stanhopea ecornuta	3	-0,098	0,001
Stelis pulchella	15	-0,270	0,018
	111	**3,091**	**0,0532**
		0,822	**0,947**
			18,81

Los índices obtenidos evidencian alta riqueza y una baja dominancia en el área de estudio. El índice de Shannon-Wiener (H’ = 3,091) indica una diversidad alta de, asociada a la presencia de 25 especies y a una distribución relativamente equilibrada de los 111 individuos registrados. De igual manera, el índice de Simpson presentó una dominancia baja (D = 0,0532), mientras que su valor complementario (1-D = 0,947) evidencia una elevada heterogeneidad en la composición

de la comunidad y una reducida concentración de individuos en una sola especie. El índice recíproco de Simpson (1/D = 18,81) indica una diversidad efectiva cercana a 19 especies igualmente abundantes. En conjunto, estos resultados reflejan una comunidad de orquídeas rica en especies y relativamente equilibrada, aunque *Stelis pulchella*, con 15 individuos, presentó la mayor frecuencia.

Para concluir, predomina el hábito epífito y se concluye que la comunidad presenta una estructura ecológica característica de bosques húmedos bien conservados. La diversidad global es alta, aunque interpretada como media en términos de abundancia relativa, debido a la distribución desigual de individuos entre las especies. El dominio de especies epífitas resalta la importancia de conservar el dosel y la cobertura vegetal, dado que cualquier alteración en los árboles hospedadores podría afectar de manera directa a estas poblaciones.

Tabla 14. *Índices de diversidad por transecto*

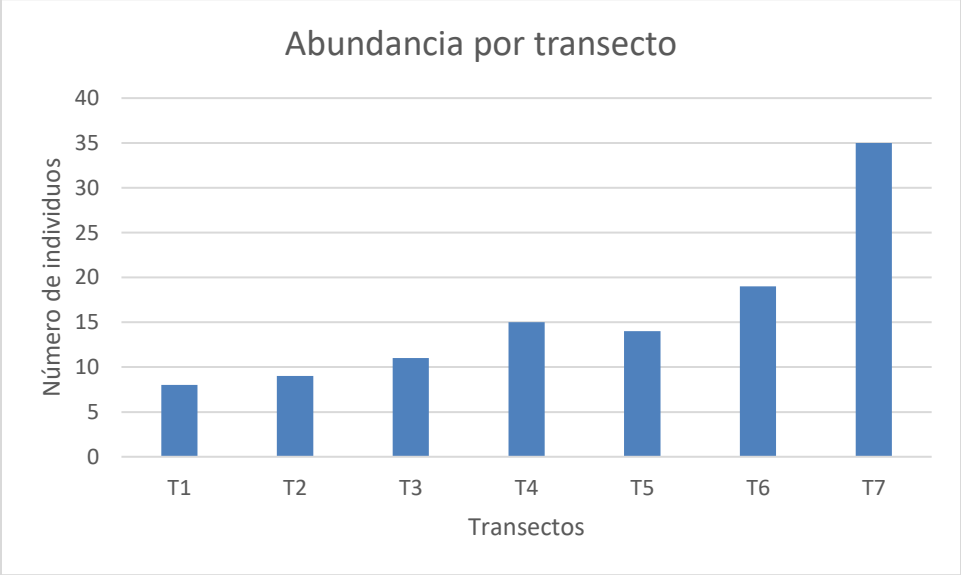
TRANSECTO	Diversidad de Shannon-Wiener	Diversidad de Simpson		
		Dominancia (D)	Diversidad (1-D)	Reciprocidad (1/D)
1	1,321	0,281	0,719	3,556
2	1,581	0,21	0,79	4,765
3	1,468	0,256	0,744	3,903
4	2,084	0,138	0,862	7,258
5	2,069	0,142	0,858	7,049
6	1,581	0,242	0,758	4,129
7	2,204	0,125	0,875	8,007

Los resultados obtenidos en los siete transectos muestran un comportamiento similar al reportado en estudios de diversidad de Orchidaceae realizados en Ecuador. En el reporte del prsente estudio, el índice de Shannon-Wiener varió entre 1,321 y 2,204, mientras que la dominancia de Simpson indicó valores entre 0,125 y 0,281, lo que demuestra diferencias en la diversidad y distribución de las especies entre transectos. Estos resultados son comparables con los hallazgos de Mites Cadena y Oña (2018), los cuales evaluaron orquídeas mediante transectos en bosques de Manabí y obtuvieron una diversidad general de Shannon de 2,34 y una baja dominancia de Simpson (0,14) en el bosque siempreverde estación.

Asimismo, Vélez-Abarca et al. (2023) encontraron diferencias en la riqueza y diversidad de orquídeas entre diferentes elevaciones de la Cordillera del Cóndor, destacando una mayor riqueza a 1700 m s.n.m., lo que respalda la importancia de las condiciones ambientales y altitudinales en la distribución de estas especies. En este sentido, los valores obtenidos en los transectos 4, 5 y 7 del presente estudio demuestran condiciones de mayor diversidad y menor dominancia, especialmente en el transecto 7.

El transecto C7 presentó la mayor abundancia, con 35 individuos presentando un 31,53 % del total registrado, seguido por C6, con 19 individuos con el 17,12 %), C4, con 15 individuos (13,51 %), y C5, con 14 individuos (12,61 %). Los transectos C3, C2 y C1 registraron menores abundancias, con 11 (9,91 %), 9 (8,11 %) y 8 individuos (7,21 %), correspondientemente. Estos resultados muestran una distribución desigual de los individuos entre los transectos, sobresaliendo C7 como la unidad con mayor concentración de individuos.

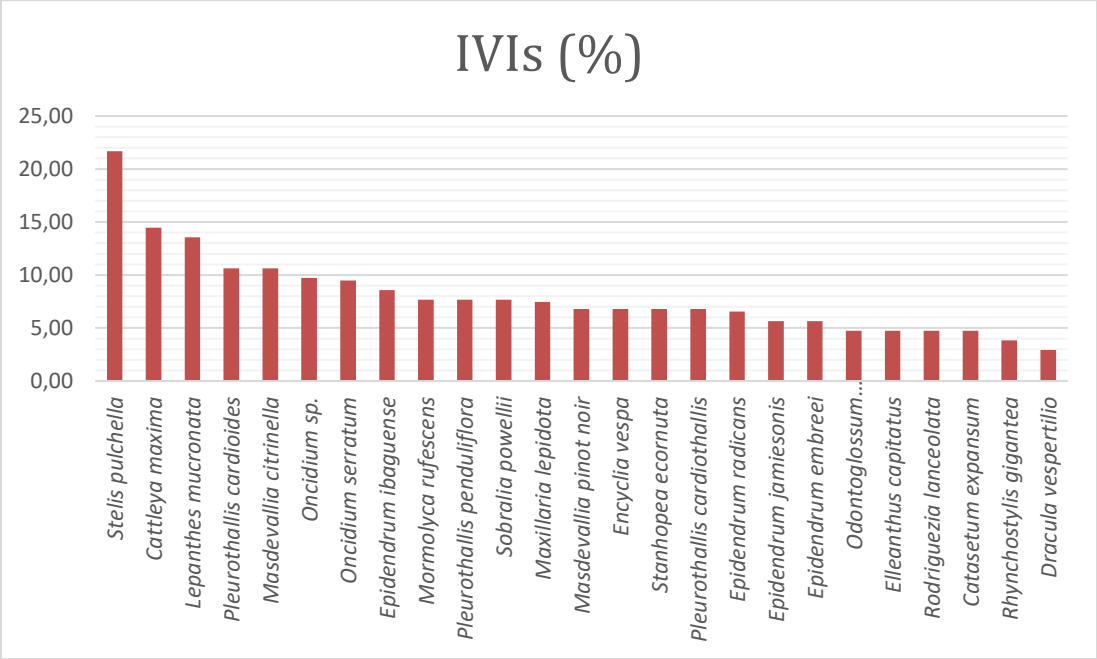
Figura 9. *Abundancia por transecto*



Esta diferencia podría estar relacionada con las condiciones particulares del microhábitat, como la disponibilidad de forófitos, cobertura vegetal, humedad y características del sustrato, factores que pueden favorecer el establecimiento y desarrollo de las especies epífitas. Este patrón coincide con lo reportado en otras investigaciones sobre Orchidaceae en Ecuador, donde también se han observado variaciones en abundancia y composición según el sector o la unidad de muestreo

analizada. En ese sentido, Mites (2017) documentó diferencias en la composición de Orchidaceae entre transectos de bosques. Incluyendo especies que aparecían solo en unidades específicas. De forma semejante, Mites et al. (2022) hallaron diferencias notables en abundancia y diversidad de Orchidaceae entre sectores de la Reserva Geobotánica Pulula, resaltando cómo las características del hábitat influyen en la distribución de las especies.

Figura 10. *Índice de valor de importancia simplificado*



Stelis pulchella presentó el mayor valor del Índice de Valor de Importancia de las especies (IVIs), con aproximadamente 21,5 %, constituyéndose como la especie con mayor representación. Su elevada importancia relacionada con su capacidad para desarrollarse como especie epífita sobre troncos y ramas, aprovechando los recursos disponibles en el estrato arbóreo sin depender directamente del suelo. Las condiciones de humedad características del bosque favorecen su establecimiento y desarrollo, especialmente en sectores donde existe una adecuada cobertura vegetal y disponibilidad de sustratos. Entre sus principales adaptaciones se encuentra su hábito epífito, que le permite ocupar diferentes superficies del dosel, además de estructuras vegetativas que favorecen la conservación de recursos en ambientes donde la disponibilidad de agua puede variar. La presencia de 15 individuos registrados en el área de estudio respalda su elevada representación y sugiere que las condiciones microclimáticas y la disponibilidad de sustratos

presentes en el área son favorables para esta especie.

Cattleya maxima presentó el segundo valor más elevado, con 14,4 %, evidenciando una importante representación. Esta especie posee un hábito principalmente epífito, por lo que puede aprovechar los troncos y ramas de los árboles como soporte y acceder a condiciones de luminosidad y humedad adecuadas para su desarrollo. Una de sus principales adaptaciones corresponde a la presencia de pseudobulbos, estructuras capaces de almacenar agua y nutrientes, lo que le permite afrontar períodos de menor disponibilidad hídrica. Asimismo, sus hojas relativamente gruesas contribuyen a disminuir la pérdida de agua. Estas características pueden favorecer su establecimiento en diferentes microambientes del bosque. Su presencia se relacionada con la disponibilidad de árboles hospederos, condiciones de iluminación intermedia y una humedad suficiente.

Lepanthes mucronata alcanzó aproximadamente 13,5 % de IVIs, ocupando el tercer lugar entre las especies con mayor importancia dentro del área evaluada. Su pequeño tamaño constituye una ventaja ecológica, debido a que le permite aprovechar microhábitats disponibles sobre ramas, troncos y superficies donde se acumulan pequeñas cantidades de materia orgánica y humedad. Además, su capacidad para desarrollarse en la sombra en espacios reducidos y disminuye la necesidad de grandes superficies de sustrato y le permite ocupar sitios que pueden ser poco aprovechados por otras especies de mayor tamaño. Por estas características, su presencia se asocia con la existencia de microambientes húmedos y con una adecuada cobertura vegetal.

Pleurothallis cardioides presentó un IVIs aproximado de 10,5 %. Su presencia se relacionada con las condiciones de humedad y sombra existentes en el bosque, debido a que las especies de este grupo se encuentran frecuentemente asociadas con ambientes donde existe una elevada disponibilidad de humedad ambiental. Su condición de epífita le permite utilizar troncos y ramas como soporte y evitar la competencia directa con las plantas que se desarrollan en el suelo. Además, su tamaño y forma de crecimiento le permiten aprovechar microhábitats específicos dentro de la vegetación, particularmente aquellos donde se mantiene humedad y existe acumulación de materia orgánica. Estas características representan adaptaciones importantes para sobrevivir en ambientes montanos húmedos, donde las condiciones de luminosidad, temperatura y humedad pueden variar a pequeña escala.

Masdevallia citrinella presentó aproximadamente un 10,5 %**,** compartiendo una posición. Una de sus principales adaptaciones corresponde a su capacidad para desarrollarse sobre sustratos arbóreos, aprovechando la humedad retenida en ramas, troncos y material orgánico acumulado. Su tamaño relativamente reducido también le permite ocupar espacios específicos dentro del estrato epífito y establecerse en sitios donde existe sombra y humedad constante. Estas características pueden favorecer su supervivencia y reproducción en el área evaluada. Esta especie es importante dentro de la comunidad, posiblemente debido a la combinación de condiciones microclimáticas favorables, disponibilidad de sustratos y adaptaciones que le permiten aprovechar eficientemente los recursos presentes en el bosque.

4.2.7. Caracterización espacial del área de estudio

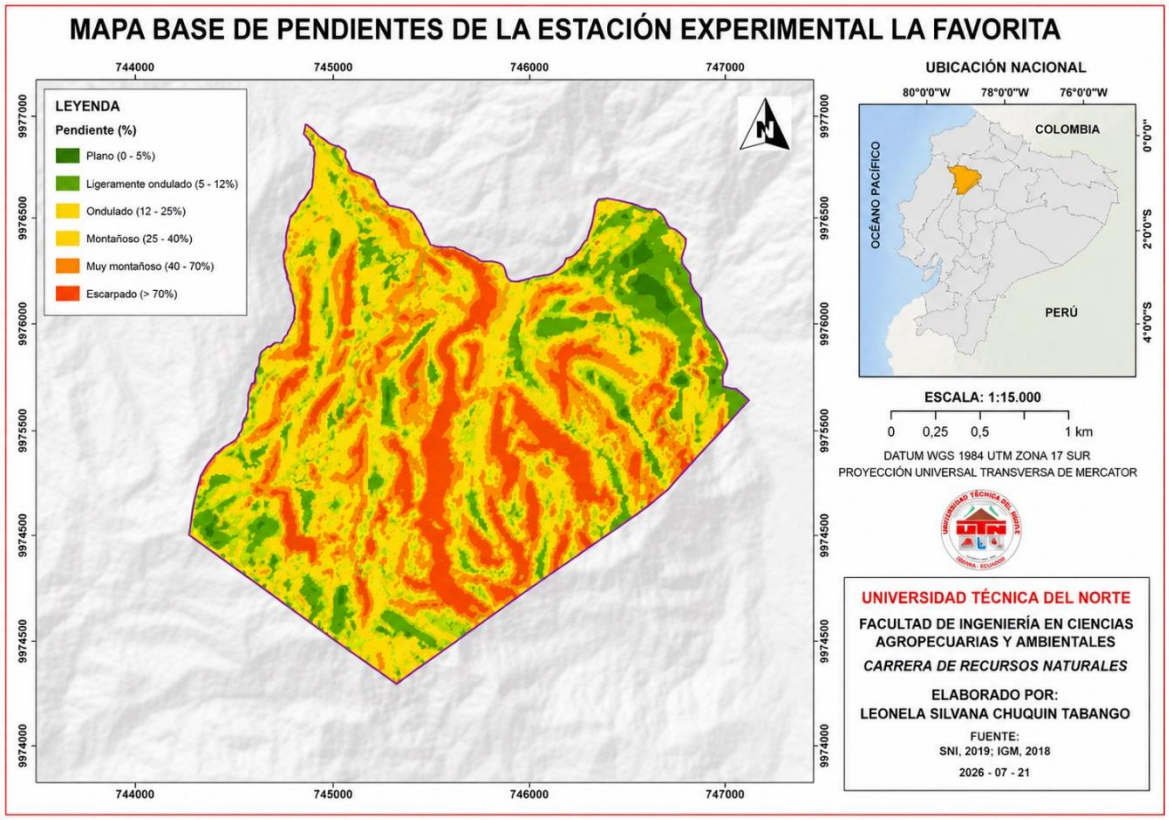
La caracterización espacial permitió reconocer las principales condiciones físicas y de cobertura vegetal presentes en el área de estudio, constituyendo un complemento para la interpretación de la diversidad y distribución de las especies. A través del análisis cartográfico fue posible identificar la configuración del relieve, las pendientes y los distintos tipos de cobertura vegetal, factores ambientales que pueden incidir en la composición, abundancia y establecimiento de las especies. Las variaciones espaciales identificadas en el territorio permiten vincular las condiciones físicas y la cobertura vegetal con los patrones de distribución de las especies registradas durante el inventario. De este modo, la caracterización espacial ofrece una visión integral de las condiciones del área de estudio y contribuye a explicar las diferencias encontradas en la diversidad de orquídeas entre los distintos ambientes evaluados. En los apartados siguientes se presentan los mapas temáticos elaborados para el análisis de las pendientes y la cobertura vegetal, como elementos complementarios para interpretar la distribución de las orquídeas.

4.2.7.1. Pendiente del área de estudio

El mapa de pendientes de la Estación Experimental La Favorita evidencia una topografía predominantemente montañosa a muy montañosa, categorías que ocupan la mayor extensión del área de estudio, representadas en tonos amarillo y naranja. Las zonas escarpadas (color rojo) se distribuyen de forma dispersa más frecuente hacia el sector central, en forma de franjas asociadas probablemente a quebradas o cursos de agua, restringiendo en esos puntos el desarrollo de actividades antrópicas y favoreciendo la conservación de la cobertura vegetal natural. Por su parte, las categorías de relieve plano y ligeramente ondulado (tonos verdes) ocupan una superficie considerablemente menor, concentrándose principalmente en pequeños sectores dispersos dentro del área, condiciones más favorables para el desarrollo de actividades agrícolas o de menor pendiente. Esta conjugación topógrafa condiciona la distribución de la vegetación, la humedad del suelo y la disponibilidad de microhábitats para especies epífitas como las Orchidaceae, resultando clave tanto para la planificación del uso del territorio como para la conservación de los ecosistemas de la estación.

La mayor concentración de especies de orquídeas se evidenció en las partes altas del área de estudio considerando las condiciones ambientales características del bosque montano, como una mayor humedad relativa, presencia de neblina, temperaturas moderadas y menor exposición a la radiación solar. Estas condiciones favorecen el establecimiento y desarrollo de las orquídeas, particularmente de las especies epífitas, que dependen de los árboles hospederos como soporte y de la humedad ambiental para su crecimiento. Asimismo, la estructura y cobertura del bosque en los sectores altos pueden proporcionar una mayor disponibilidad de microhábitats adecuados para estas especies.

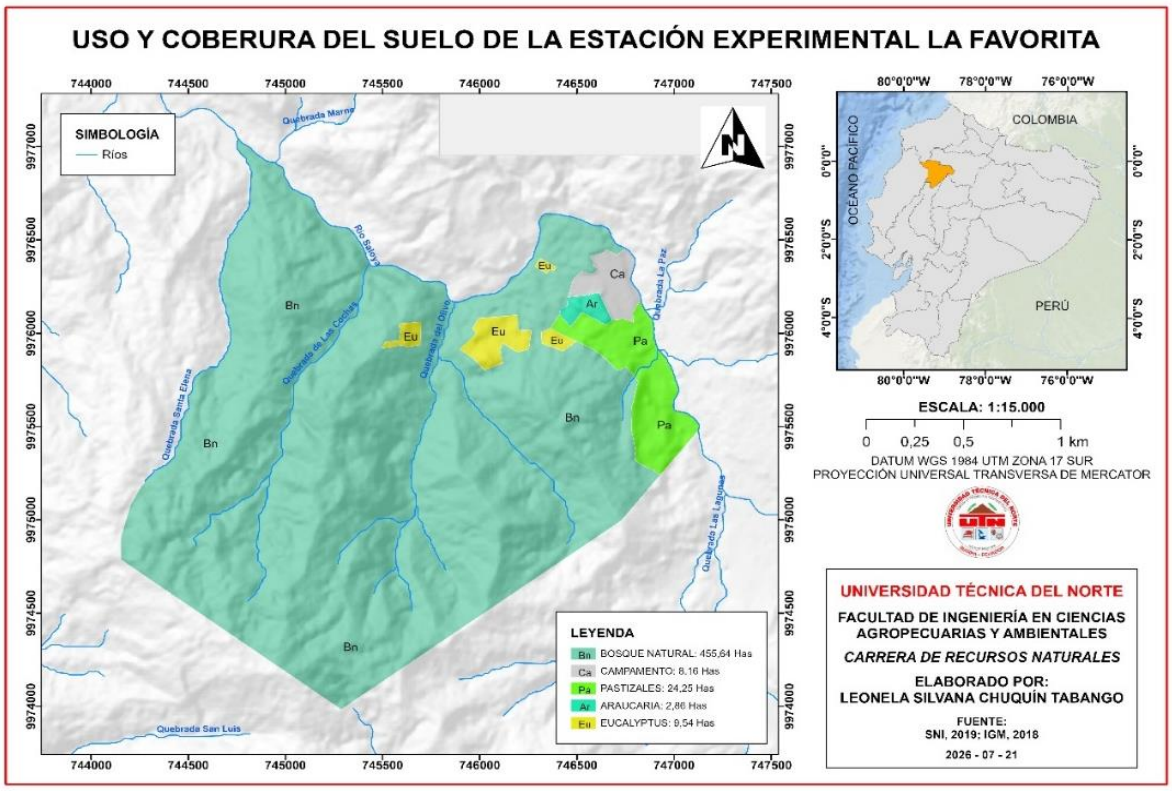
Figura 11. *Mapa de pendientes*



4.2.7.2. Uso y Cobertura vegetal del área de estudio

El mapa de uso y cobertura del suelo de la Estación Experimental La Favorita evidencia un claro predominio del bosque natural, el cual constituye la cobertura más extensa del territorio con 455,64 ha, distribuyéndose ampliamente en la mayor parte del área de estudio. En menor proporción se identifican superficies destinadas a pastizales 24,24 ha, concentradas principalmente en el sector centro-oriental, así como plantaciones de eucalipto 8,54 ha y araucaria 2,86 ha, ubicadas en la zona centro-norte del área. Asimismo, se registra una pequeña superficie correspondiente a infraestructura de campamento 8,16 ha, que refleja la presencia puntual de actividades antrópicas dentro del territorio. Esta distribución de la cobertura del suelo evidencia que la Estación Experimental La Favorita conserva en su mayoría remanentes de bosque natural, los cuales cumplen un papel fundamental en el mantenimiento de la biodiversidad, la regulación hídrica y la conservación de los procesos ecológicos propios del bosque siempreverde montano bajo, además de constituir el hábitat principal para el establecimiento de las especies de Orchidaceae registradas en el presente estudio.

Figura 12. *Mapa de uso y cobertura del suelo*



4.2.8. Diseño de estrategias de conservación

Los resultados de la evaluación de diversidad de orquídeas muestran diferencias en riqueza, abundancia y distribución de las especies entre los transectos analizados. Los sectores con mejor estado de conservación ofrecen condiciones más favorables para el establecimiento de estas especies, mientras que las zonas con mayor grado de intervención pueden alterar el hábitat y restringir su presencia. Esto pone de manifiesto la relevancia de proteger las áreas que albergan poblaciones de orquídeas, en particular las especies de menor abundancia o distribución más restringida. De igual forma, se requiere reforzar el monitoreo de estas poblaciones y minimizar los factores que amenazan su permanencia, entre ellos la extracción de individuos, la afectación de los árboles hospederos y la pérdida de cobertura vegetal. Frente a esto, se proponen líneas de acción centradas en la protección del hábitat, el seguimiento de las especies, la propagación de especies nativas, la educación ambiental y el manejo adecuado del territorio, con el fin de aportar a la conservación de la diversidad de orquídeas en la Estación.

4.2.8.1. *Estrategia 1: Implementación de senderos interpretativos para la conservación*

Justificación: Los senderos interpretativos permiten un acceso controlado al ecosistema, reduciendo el impacto humano directo sobre las poblaciones de orquídeas. Además, funcionan como herramientas educativas que facilitan la comprensión de la biodiversidad y la importancia de su conservación. De igual manera cumplen una función importante mediante señalética e información interpretativa permiten conocer la diversidad de especies de orquídeas presentes, sus características ecológicas, importancia dentro del ecosistema y principales amenazas.

Objetivo: Diseñar e implementar senderos interpretativos que permitan la observación de orquídeas en su hábitat natural sin generar perturbaciones.

Meta: Establecer al menos un sistema de senderos interpretativos funcional con señalética educativa.

Tabla 15. *Tabla operativa para la ejecución de la estrategia 1*

Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Responsables	Impacto esperado	Costos (estimados)	Factibilidad	Tiempo de implementación
Diseño de senderos interpretativos	Número de senderos diseñados	Planos y mapas	Docentes, investigadores y tesistas	Alto. Facilita la organización de los recorridos y reduce la perturbación sobre la vegetación	Bajo (USD 500)	Alta. Se dispone de información de campo y herramientas SIG.	1–2 meses
Establecimiento de rutas	Metros de sendero delimitados	Registro fotográfico y GPS	Personal técnico y operativo de la estación, estudiantes y tesistas	Alto. Permite definir recorridos específicos y prevenir el tránsito innecesario sobre la vegetación	Medio (USD 800–1.500)	Alta. Puede ejecutarse con personal y materiales disponibles en la estación.	1 mes
Instalación de señalética educativa	Número de señaléticas colocadas	Fotografías e informes técnicos	Personal técnico y operativo, docentes, investigadores, estudiantes y tesistas	Alto. Facilita la interpretación de la diversidad florística y fortalece la educación ambiental.	Medio (USD 1.500	Alta. Puede desarrollarse mediante proyectos académicos y de investigación.	3–6 meses
Identificación de puntos de observación	Número de puntos definidos y georreferenciados	Fichas de campo, fotografías y coordenadas GPS	Investigadores, docentes, tesistas y estudiantes	Alto. Facilita la observación e investigación de las especies en sectores estratégicos.	Bajo (USD 300–600)	Alta. Requiere principalmente GPS y trabajo de campo.	1 mes
Mantenimiento de senderos	Número de mantenimientos realizados	Informes técnicos, fichas de	Personal técnico y operativo de la estación, con	Alto. Mantiene los senderos funcionales y	Medio (USD 800)	Alta. Puede incorporarse a las actividades	Permanente, con revisiones trimestrales

Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Responsables	Impacto esperado	Costos (estimados)	Factibilidad	Tiempo de implementación
		mantenimiento y registro fotográfico	apoyo de estudiantes, tesistas e investigadores	contribuye a conservar las condiciones del área		periódicas de la estación.	

4.2.8.3 Estrategia 2: Diseño del programa de turismo científico

Programa de turismo científico y monitoreo ecológico participativo, orientado a la vinculación de estudiantes, investigadores y Universidades Nacionales e Internacionales, mediante el desarrollo de intercambios académicos, prácticas de campo y actividades de investigación.

Justificación: El turismo científico permite articular la investigación con la conservación, fomentando la generación de conocimiento sin comprometer la integridad del ecosistema, a través de un acceso estrictamente controlado.

Objetivo: Implementar un modelo de turismo científico regulado que promueva la participación activa en investigaciones científicas mediante intercambios académicos y actividades de investigación en la Estación Experimental La Favorita.

Meta: Desarrollar un sistema de visitas científicas controladas y programas de monitoreo ecológico.

Tabla 16. *Tabla operativa para la ejecución de la estrategia 2*

Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Responsables	Impacto esperado	Costos (estimados)	Factibilidad	Tiempo de implementación
Diseño del programa de turismo científico	Programa estructurado	Documento técnico y propuesta académica	Investigadores y docentes de la UTN	Estudiantes, tesistas, docentes e investigadores	Alto. Promueve el conocimiento científico y la valoración de la diversidad florística de la estación.	Bajo (USD 300–500)	Alta. Puede desarrollarse con recursos académicos disponibles en la UTN.
Establecimiento de convenios con universidades e instituciones de investigación	Número de convenios establecidos	Acuerdos institucionales	Autoridades, docentes y coordinadores académicos de la UTN	Universidades, centros de investigación y grupos académicos	Alto. Favorece la cooperación científica y el desarrollo de actividades de turismo científico.	Bajo (USD 200–500)	Media-Alta. Depende de la gestión y formalización de acuerdos institucionales.
Organización de intercambios estudiantiles y académicos	Número de estudiantes y actividades de intercambio realizadas	Listas de participantes, informes y registros fotográficos	Docentes, investigadores, coordinadores académicos y tesistas	Estudiantes y grupos de investigación vinculados con la UTN y otras instituciones	Alto. Fortalece la formación práctica y el intercambio de conocimientos sobre biodiversidad y conservación.	Medio (USD 500–1.500)	Alta. Puede desarrollarse mediante convenios y proyectos académicos.
Implementación de visitas científicas guiadas	Número de visitas científicas realizadas	Registros de actividades, fichas de campo e informes	Investigadores, docentes, tesistas y personal técnico de la estación	Grupos académicos previamente coordinados	Alto. Permite conocer el ecosistema y desarrollar actividades científicas de manera planificada y controlada.	Medio (USD) 100	Alta. Puede realizarse mediante coordinación previa con la administración de la estación.
Monitoreo de la diversidad florística durante las actividades de turismo científico	Número de jornadas de monitoreo y especies registradas	Fichas de campo, fotografías, coordenadas GPS y bases de datos	Investigadores, docentes, tesistas y estudiantes	Áreas de estudio y senderos establecidos	Alto. Genera información para el seguimiento de la diversidad florística y contribuye a su conservación.	Medio (USD) 500	Alta. Puede integrarse a proyectos de investigación y trabajos de titulación.

Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Responsables	Impacto esperado	Costos (estimados)	Factibilidad	Tiempo de implementación
Registro de polinizadores asociados a la diversidad florística	Número de jornadas y registros de polinizadores	Fichas de campo, fotografías, bases de datos e informes	Investigadores, docentes, tesistas y estudiantes	Sectores con presencia de especies vegetales y sus posibles polinizadores	Alto. Contribuye al conocimiento de las interacciones ecológicas y a la conservación de la biodiversidad.	Medio (USD) 500	Alta. Puede desarrollarse mediante investigaciones, tesis y prácticas de campo.

4.2.8.4 Estrategia 3: Manejo biotecnológico in vitro de orquídeas

El manejo biotecnológico in vitro posibilita la propagación de orquídeas en condiciones controladas de laboratorio. Esta metodología facilita la germinación y el desarrollo de nuevas plantas a partir de semillas o tejidos vegetales. Su implementación aporta a la conservación de especies nativas al evitar la extracción de individuos desde las poblaciones silvestres. Adicionalmente, las plantas generadas mediante esta técnica pueden destinarse a programas de conservación, investigación y recuperación poblacional.

Justificación: El manejo biotecnológico in vitro representa una alternativa para contribuir a la conservación de especies de Orchidaceae, particularmente aquellas que presentan dificultades de propagación a través de métodos convencionales. Esta estrategia permite establecer material vegetal bajo condiciones controladas, favorecer su germinación y multiplicación y, posteriormente, llevar a cabo procesos de aclimatación ex vitro. Los laboratorios de la UTN permitirán fortalecer las actividades de investigación y producir material vegetal destinado a procesos de conservación y estudios posteriores.

Objetivo: Implementar un sistema de manejo biotecnológico in vitro para el rescate, conservación y propagación de especies de Orchidaceae presentes en la Estación Experimental La Favorita, a través de la integración de actividades de campo, cultivo in vitro y aclimatación ex vitro.

Meta: Establecer un protocolo de manejo biotecnológico in vitro.

Tabla 17. *Tabla operativa para la ejecución de la estrategia 3*

Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Responsables	Impacto esperado	Costos (estimados)	Factibilidad	Tiempo de implementación
Prospección y selección de especies.	Número de especies seleccionadas para manejo biotecnológico.	Fichas de campo, registros fotográficos, coordenadas GPS e inventarios.	Docentes investigadores, tesistas y estudiantes, con apoyo del personal técnico de la estación.	Especies de Orchidaceae registradas en la Estación	Alto. Permite priorizar especies de interés para acciones de conservación y propagación.	Bajo (USD 300). Materiales de campo y movilización.	Alta. Puede integrarse a proyectos de investigación y trabajos de titulación.
Recolección y traslado del material vegetal.	Porcentaje de material vegetal viable al llegar al laboratorio.	Fichas de recolección, registros de transporte, fotografías y bitácoras.	Investigadores, tesistas y personal técnico y operativo de la estación.	Material vegetal seleccionado dentro de la estación.	Alto. Favorece la conservación del material vegetal y su posterior establecimiento in vitro.	Medio (USD 500). Materiales de embalaje, conservación y transporte.	Alta. Existe articulación entre la estación y los laboratorios de la UTN.
Establecimiento del cultivo in vitro.	Porcentaje de material establecido y porcentaje de contaminación registrado.	Registros de laboratorio, fichas de seguimiento y fotografías.	Docentes investigadores, personal técnico de laboratorio, tesistas y estudiantes.	Laboratorios de cultivo de tejidos vegetales de la UTN.	Alto. Permite conservar y desarrollar material vegetal bajo condiciones controladas.	Medio-Alto (1.000) de cultivo, reactivos, recipientes e insumos.	Alta. Se cuenta con infraestructura y personal especializado en la UTN.
Germinación y multiplicación in vitro.	Porcentaje de germinación o formación de protocolos y número de plántulas obtenidas.	Registros de laboratorio, fotografías, fichas de seguimiento e informes técnicos.	Investigadores, docentes, tesistas y personal técnico del laboratorio.	Material vegetal establecido in vitro.	Alto. Permite obtener un mayor número de plantas a partir del material seleccionado y fortalecer la conservación ex situ.	Medio (USD 70). Medios de cultivo e insumos para subcultivos.	Alta. Puede desarrollarse mediante proyectos de investigación y tesis.
Aclimatación ex vitro.	Porcentaje de supervivencia y adaptación de las plántulas.	Fichas de seguimiento, registros fotográficos e informes de aclimatación.	Personal técnico y operativo, docentes, investigadores, tesistas y estudiantes.	Área de aclimatación de la Estación	Alto. Favorece la adaptación progresiva de las plantas a las condiciones ambientales de la estación.	Medio (USD 500–1.000). Sustrato, recipientes, estructura de sombra y materiales de manejo.	Alta. Las condiciones ambientales de la estación favorecen esta fase.

Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Responsables	Impacto esperado	Costos (estimados)	Factibilidad	Tiempo de implementación
Seguimiento y evaluación del material propagado	Porcentaje de plantas sobrevivientes y número de evaluaciones realizadas.	Fichas de monitoreo, fotografías, registros de crecimiento e informes técnicos.	Docentes, investigadores, tesistas, estudiantes y personal técnico de la estación.	Plantas propagadas y aclimatadas en la estación.	Alto. Permite evaluar la efectividad del proceso biotecnológico y generar información para futuras investigaciones de conservación.	Bajo (USD 300). Materiales de monitoreo y mantenimiento.	Alta. Puede incorporarse a proyectos de investigación y trabajos de titulación.

Figura 13. *Propuesta de senderos interpretativos*

A. Estado actual B. Propuesta



Nota. 1) Especies de orquídeas identificadas. 2) Recomendaciones. 3) Datos importantes

Se propuso la implementación y adecuación de senderos interpretativos en la Estación Experimental La Favorita (Alluriquín, Santo Domingo de los Tsáchilas), un proyecto de carácter técnico y educativo orientado a promover el turismo científico, la docencia y la conservación ambiental. El proceso comienza con el diagnóstico territorial y el trazado de rutas de bajo impacto, priorizando la seguridad del visitante mediante la limpieza del suelo y la estabilización de pendientes. Seguidamente, se lleva a cabo la señalización botánica y ecológica, instalando paneles informativos que resaltan la biodiversidad del bosque siempreverde montano bajo, así como la riqueza de sus especies arbóreas nativas y su variedad de helechos y pteridofitas. De manera complementaria, se podrá implementar infraestructura rústica y miradores que faciliten el desarrollo de prácticas académicas de campo. Finalmente, esta intervención convierte las rutas de investigación en un aula abierta, garantizando que estudiantes y turistas adquieran conocimientos ecológicos profundos mientras se protege el ecosistema.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación. Estas responden a los objetivos planteados y constituyen la base para fortalecer la conservación en la Estacion Experimental La Favorita.

5.1. Conclusiones

a) Se registraron 25 especies pertenecientes a la familia Orchidaceae con 111 individuos, señalando una diversidad alta según Shannon-Wiener (H’ = 3,091) y Simpson (1-D = 0,947 y el reciproco (1/D = 18,81), evidenciando una comunidad diversa y con baja dominancia. Entre los transectos, T7 presentó la mayor diversidad (H’ = 2,204), mientras que T1 presentó la menor (H’ = 1,321).

b) Se identificaron 15 especies de insectos pertenecientes a cinco familias, con una marcada predominancia del orden Hymenoptera, en particular de la familia Apidae. Estos hallazgos evidencian la existencia de un componente entomológico vinculado a las orquídeas.

c) *Stelis pulchella* presentó el mayor valor del Índice de Valor de Importancia de las especies (IVIs), con aproximadamente 21,5 %, constituyéndose como la especie con mayor representación. Su elevada importancia relacionada con su capacidad para desarrollarse como especie epífita sobre troncos y ramas, aprovechando los recursos disponibles en el estrato arbóreo sin depender directamente del suelo.

d) El análisis de similitud de Bray-Curtis reveló diferencias en la composición de especies entre los distintos transectos. Los pares T4-T7 y T5-T6 presentaron los niveles más altos de similitud, en tanto que T1 y T2 exhibieron una composición notablemente más diferenciada, lo que sugiere la influencia de factores ambientales y microambientales en la distribución de las especies.

e) Los estimadores de riqueza evidenciaron una riqueza potencial de 25 a 37,57 especies, donde Chao 1 coincidió con las 25 especies observadas, mientras que Chao 2, Bootstrap, Jackknife 1 y Jackknife 2 estimaron valores superiores.

f) La topografía de la Estación Experimental La Favorita influyó en la distribución de las orquídeas, observándose una mayor concentración de especies en los sectores altos, donde las condiciones de humedad, cobertura boscosa y disponibilidad de microhábitats son más favorables para su establecimiento.

5.2. Recomendaciones

a) Implementar estrategias de conservación de las especies de Orchidaceae registradas, priorizando aquellas con mayor representación e importancia ecológica, mediante técnicas de propagación y establecimiento en áreas adecuadas dentro de la Estación Experimental.
b) Continuar con el monitoreo permanente de las especies de Orchidaceae y de los insectos asociados, ampliando el número de transectos y los periodos de muestreo, con el fin de obtener información más representativa sobre la diversidad y composición de las comunidades.
c) Desarrollar investigaciones ecológicas integrales que permitan determinar la influencia de los factores ambientales y microambientales, como humedad, cobertura vegetal, topografía y disponibilidad de microhábitats, sobre la distribución y abundancia de las especies.
d) Realizar estudios fenológicos de las especies registradas para identificar los periodos de floración y fructificación, facilitando la planificación de futuras investigaciones y el seguimiento de sus procesos reproductivos.
e) Promover la conservación de los árboles hospederos y de la cobertura vegetal donde se desarrollan las especies epífitas, evitando alteraciones que puedan afectar su establecimiento, supervivencia y distribución dentro del área de estudio.
f) Fortalecer el estudio de las interacciones entre las especies de Orchidaceae y sus posibles polinizadores mediante observaciones directas y métodos de monitoreo estandarizados, con el propósito de identificar asociaciones ecológicas y generar información que contribuya a su conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrahamczyk, S., & Kessler, M. (2015). Morphological and behavioural adaptations to feed on nectar: How feeding ecology determines the diversity and composition of hummingbird assemblages. *Journal of Ornithology, 156*(2), 333–347. https://doi.org/10.1007/s10336-014-1146-5

Ackerman, J. D., Phillips, R. D., Tremblay, R. L., Karremans, A. P., Reiter, N., Peter, C. I., Bogarín, D., Pérez-Escobar, O. A., & Liu, H. (2023). *Beyond the various contrivances by which orchids are pollinated: Global patterns in orchid pollination biology*. Botanical Journal of the Linnean Society, 202(3), 295–324. https://doi.org/10.1093/botlinnean/boac082

Ackerman, J. D., Phillips, R. D., Tremblay, R. L., Karremans, A. P., Reiter, N., Peter, C. I., Bogarín, D., Pérez-Escobar, O. A., & Liu, H. (2024). *Global patterns in orchid pollination biology*. Botanical Journal of the Linnean Society, 202(3), 295–324. https://doi.org/10.1093/botlinnean/boac082

Aguilar, D., Mejía, E., & Ramos, C. (2020). Deforestación en el Ecuador: Análisis del periodo 2016–2018. Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Aguirre, Z. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicion-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf

Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en la zona rural del municipio de Popayán. Grupo de Investigaciones TULL, 7(1), 115–122.

Arditti, J., et al. (2012). *Armament imbalances: Match and mismatch in plant-pollinator traits of highly specialized long-spurred orchids*. **PLoS ONE, 7**(8), e41878. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041878

Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial Suplemento 449.

Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Troccoli, L., & Aponte, H. (2019). Composición, estructura y diversidad vegetal de la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, Santa Elena, Ecuador. Revista Mexicana de Biodiversidad, 90, e902871.

Bascompte, J., & Jordano, P. (2007). Plant–animal mutualistic networks: The architecture of biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 38, 567–593.

Bascompte, J., Jordano, P., Melián, C. J., & Olesen, J. M. (2003). The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 100*(16), 9383–9387. https://doi.org/10.1073/pnas.1633576100

Benzing, D. H. (1990). Vascular epiphytes: General biology and related biota. Cambridge University Press.

Boff, S., da Luz, C. F. P., Raizer, J., Pinto, G. S., Santos, L. F., Freitas, B. M., da Silva, C. I., Quezada-Euán, J. J. G., Soro, A., & Alves-dos-Santos, I. (2024). Deforestation narrows pollen diet diversity of generalist orchid bees. *Journal of Insect Conservation, 28*, 561–575. https://doi.org/10.1007/s10841-024-00575-2

Boff, S., Pinto da Luz, C. F., Raizer, J., Pinto, G. S., Santos, L. F., Freitas, B. M., Silva, C. I., Quezada-Euán, J. J. G., Soro, A., Alves-dos-Santos, I., et al. (2024). Deforestation narrows pollen diet diversity of generalist orchid bees. *Journal of Insect Conservation, 28*, 561–575.

Burgos Cevallos, J. A., Zambrano Barcos, L. L., Villón Leoro, H. P., Zambrano Barcos, C. L., Chila Zambrano, M. P., & Vera Benites, L. F. (2026). Diversidad florística en plantaciones de Tectona grandis L. f. de diferentes edades. Revista Ciencia y Tecnología, 19(1), 50–62. https://doi.org/10.18779/cyt.v19i1.968

Burgos-Benito, J. A., Valles-Hernández, M., López-Mata, L., Galván-Escobedo, I. G., Mata-Rosas, M., & Aguirre-Dugua, X. (2026). Beyond protected areas: Spatial conservation priorities for an endemic and endangered orchid species in Mexico using species distribution models. *Frontiers in Conservation Science, 7*, 1777677. https://doi.org/10.3389/fcosc.2026.1777677

Campos Cabrera, J. W. (2020). Metodologías de muestreo de la diversidad florística [Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. http://hdl.handle.net/20.500.14074/3767

Carrera, M., & Baquero, L. (2024). Notes on pollination ecology of Altensteinia fimbriata Kunth in the city of Quito, Ecuador. Journal of Pollination Ecology. https://doi.org/10.26786/1920-7603(2024)786

Cevallos Solórzano, S. (2018). Diversity of orchid root-associated fungi in montane forest of Southern Ecuador and impact of environmental factors on community composition [Tesis de maestría, Universidad Católica de Lovaina].

Cevallos, S., Declerck, S., & Suárez, J. P. (2018). In situ orchid seedling-trap experiment shows few keystone and many randomly associated mycorrhizal fungal species during early plant

colonization. *Frontiers in Plant Science, 9*, 1664. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01664

Chase, M. W., & Cameron, K. M. (1998). Orchid phylogeny: Molecular and morphological evidence. En K. W. Dixon, S. P. Kell, R. L. Barrett, & P. J. Cribb (Eds.), Orchid conservation (pp. 65–91).

Chase, M. W., Cameron, K. M., Freudenstein, J. V., Pridgeon, A. M., Salazar, G., van den Berg, C., & Schuiteman, A. (2015). An updated classification of Orchidaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society, 177*(2), 151–174. https://doi.org/10.1111/boj.12234

Chase, M. W., Cameron, K. M., Freudenstein, J. V., Pridgeon, A. M., Salazar, G., Van den Berg, C., & Schuiteman, A. (2015). An updated classification of Orchidaceae. Botanical Journal of the Linnean Society, 177(2), 151–174. https://doi.org/10.1111/boj.12234

Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., & Fay, M. F. (2019). Byng et al. (2016) classification of Orchidaceae updated. Botanical Journal of the Linnean Society, 189(1), 1–8.

Chauveau, O., Dellinger, A. S., et al. (2021). *Contrasting patterns of plant–pollinator interactions among four oil-secreting species of Iridaceae from Pampean and Cerrado provinces (Brazil).* Botanical Journal of the Linnean Society, 196(2), 256–277. https://doi.org/10.1093/botlinnean/boaa104

Chauveau, O., Eggers, L., Raine, N. E., & Dajoz, I. (2021). Ecological networks of plant–pollinator interactions: Advances and perspectives. Journal of Ecology, 109(1), 6–20.

Chauveau, O., Eggers, L., Raquin, C., Couloux, A., & Smets, E. (2021). Decline of orchid pollinators in the Andes: A case study of Epidendrum and Masdevallia. Journal of Tropical Ecology, 37(3), 145 (páginas incompletas en la fuente original).

Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Versión 9.1). http://purl.oclc.org/estimates

Conservation International (CEPF). (2021). *Perfil de Ecosistema: Hotspot de Biodiversidad de los Andes Tropicales*. Critical Ecosystem Partnership 22(10).

Convention on Biological Diversity. (2022). Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. United Nations Environment Programme.

Cuask, L. Bosques Latitud Cero, 15(1), Art. 2340. https://doi.org/10.54753/blc.v15i1.2340

Damon, A., & Valle-Mora, J. (2008). Retrospective spatial analysis of the pollination of Encyclia cochleata (Orchidaceae) in a fragmented tropical landscape. Biotropica, 40(4), 461–468.

https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2008.00401.x

Dearnaley, J. D. W., Martos, F., & Selosse, M. A. (2012). Orchid mycorrhizas: Molecular ecology, physiology and evolution. Mycorrhiza, 22(5), 291–307.

Devey, D. S. (2008). Pollination of Ophrys [Artículo de revisión].

DeVries, P. J., & Stiles, F. G. (1990). Pheromone-derived pyrrolizidine alkaloid acquisition by male butterflies and moths. Biotropica, 22(3), 245–251.

Dressler, R. L. (1981). The orchids: Natural history and classification. Harvard University Press.

Dressler, R. L. (2019). *Field guide to the orchids of Costa Rica and Panama*. Cornell University Press.

DSpace. (2025). Universidad Nacional de Loja. https://dspace.unl.edu.ec/items/1380d612-d937-4364-a285-5bbd0e957b29

Duarte, N., Cuesta, F., Terán, A., Pinto, E., Arcos, I., Solano, A., & Torres, O. (2017). Protocolo para monitoreo de áreas de restauración ecológica en los bosques montanos de la Cordillera Occidental del Ecuador. CONDESAN & Fundación Imaymana. https://condesan.org/wp-content/uploads/2018/10/PROTOCOLO-RESTAURACION-BOSQUES-MONTANOS-VERSION-FINAL-DIGITAL_ND-1.pdf

Ecuador declarado "País de las Orquídeas" – Ministerio de Turismo. (2025). Turismo.gob.ec. https://www.turismo.gob.ec/ecuador-declarado-pais-de-las-orquideas/

El Colegio de la Frontera Sur. (s.f.). [Título no especificado en la fuente original]. https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1664/1/100000039489_documento

Eras García, M. T., Aguirre Mendoza, Z., & Peña Tamayo, J. (2021). Diversidad florística, endemismo y estado de conservación de los componentes arbustivo y herbáceo de un bosque andino en el sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero, 11*(1), 83–96.

Fernández-Fernández, D., Tobar-Suárez, F., Freire, E., & Yánez-Muñoz, M. H. (2018). Patrones de distribución espacial de la diversidad de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae de la provincia de El Oro. En *Orquídeas y bromelias de la provincia de El Oro*. Instituto Nacional de Biodiversidad.

Field Museum. (2021). Guías de campo. https://fieldguides.fieldmuseum.org/es/guías

GAD parroquial rural Alluriquín. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural Alluriquín 2014-2019. GAD Alluriquín.

García, M. C., et al. (2020). Long-term droughts may drive drier tropical forests towards increased functional, taxonomic and phylogenetic homogeneity. Nature Communications, 11, 4029.

GBIF. (2025). Global Biodiversity Information Facility. https://www.gbif.org/es/what-is-gbif

Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. Evolutionary Biology, 15, 1–84.

Givnish, T. J., Spalink, D., Ames, M., et al. (2016). Orchid phylogenomics and diversification. Proceedings of the Royal Society B, 283(1832).

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Alluriquín [GADPRA]. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Alluriquín*. https://www.alluriquin.gob.ec

Gutiérrez, D., Navarrete, G., & Espín, C. (2014). Una revista socioambiental de la Amazonía ecuatoriana [Título incompleto en la fuente original].

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 4(1), 1–9.

Houlihan, P. R., Stone, M., Clem, S. E., Owen, M., & Emmel, T. C. (2019). Pollination ecology of the ghost orchid (Dendrophylax lindenii): A first description with new hypotheses for Darwin's orchids. Scientific Reports, 9, 12850. https://doi.org/10.1038/s41598-019-49387-4

Illescas Torres, K. M. (2022). *Libro ilustrado con técnicas análogas acerca de las especies de orquídea endémicas del Ecuador* [Trabajo de titulación de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca.

Illescas, M. K. (2022, 12 de abril). Libro ilustrado con técnicas análogas acerca de las especies de orquídea endémicas del Ecuador. Universidad de Cuenca. https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/c8cf0786-

Instituto Geográfico Militar. (2024). Cartografía base continua escala 1:1 000 000: Información geográfica de libre acceso. Geoportal Ecuador.

Instituto Nacional de Biodiversidad [INABIO]. (2024). *Instituto Nacional de Biodiversidad*. https://www.biodiversidad.gob.ec/

Instituto Nacional de Biodiversidad [INABIO]. (2025, 7 de abril). *Estudio reporta por primera vez en Ecuador cuatro especies de abejas de las orquídeas*. INABIO. Fuente oficial del INABIO

International Union for Conservation of Nature. (2026). The IUCN Red List of Threatened Species (Versión 2026-1). https://www.iucnredlist.org

Ipiales Guamán, S. B. (2022). Análisis de la estructura y composición florística del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita [Tesis, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio UTN.

IUCN. (2016). Guidelines for reintroductions and other conservation translocations. International Union for Conservation of Nature.

Karremans, A. P. (2024, 31 de diciembre). Las orquídeas y su polinización. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/387559258_Las_Orquideas_y_su_Polinizacion

Kolanowska, M. (2023). Loss of fungal symbionts and changes in pollinator availability caused by climate change will affect the distribution and survival chances of myco-heterotrophic orchid species. *Scientific Reports, 13*, 6848.

Koneri, R., Maabuat, P. V., & Nangoy, M.-J. (2020). The distribution and diversity of butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) in various urban forests in North Minahasa Regency, North Sulawesi Province, Indonesia. Applied Ecology and Environmental Research, 18(2), 2295–2314.

Kritsky, G. (1991). Darwin's Madagascan hawk moth prediction. American Entomologist, 37(4), 206–210.

KUETHE, J. R., Cornejo, X., Garzón-Suárez, H. X., Jiménez, M. M., Magdalena, C., Mejía-Pazos, C. N., & Decoux, J. (2025). Passionflower trees of Ecuador: Revising the presence of Passiflora subg. Astrophea (Passifloraceae) and including resolution to the P. putumayensis and P. macrophylla taxonomic complexes. Phytotaxa, 697(2), 147–165. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.697.2.1

Kumar, P., Dobriyal, M., Kale, A., Pandey, A. K., Tomar, R. S., & Thounaojam, E. (2022). Calculating forest species diversity with information-theory based indices using Sentinel-2A sensors of Mahavir Swami Wildlife Sanctuary. PLOS ONE, 17(5), e0268018. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268018

Kvist, L., Aguirre, Z., & Sánchez, O. (2006). Bosques montanos bajos occidentales del Ecuador y sus plantas útiles. Botánica Económica de los Andes Centrales, 205–223.

Ladera (2025). Abejas de las orquídeas: Conociendo a las vistosas integrantes de la tribu Euglossini https://laderasur.com/fotografia/abejas-de-las-orquideas-conociendo-a-las-vistosas-integrantes-de-la-tribu-euglossini/?srsltid=AfmBOoozB2_a0dCS0w-8k6F9vnouXcVwXYYBT7fC4oGVlwf_tqgyj1ZR

López Flores, M. F. (2018). Bioprospección del grupo Orchidaceae y su interacción con abejas colectoras de perfume Euglossini (Hymenoptera-Apidae). Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología, 7(3), 132–141. https://doi.org/10.59410/RACYT-v07n03ep01-0098

López Guevara, H. J. (2019). Evaluación ecológica rápida (EER) y propuesta preliminar de plan de manejo, finca San José de la Montaña, Chocolata, Rivas, Nicaragua [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. Repositorio Institucional UNAN-Managua. https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/16845/

Lozano, D., Yaguana, C., & Aguirre, Z. (2022). Diversidad arbustiva, herbácea y de epifitas del bosque montano de las reservas naturales: Tapichalaca y Numbala, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe. Bosques Latitud Cero, 12(1). https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/1653

Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Publishing.

Manual para la propagación de orquídeas. (s.f.). [Fuente incompleta en el original]. https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/MANUAL_PARA_LA_PROPAGACION_DE_ORQUIDEAS.PDF

Medrano Meraz, M. de J., Hernández, F. J., Corral Rivas, S., & Nájera Luna, J. A. (2017). Diversidad a diferentes niveles de altitud en la región de El Salto, Durango. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 8(40), 57–68.

Memmott, J., Waser, N. M., & Price, M. V. (2004). Tolerance of pollination networks to species extinctions. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 271(1557), 2605–2611. https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2909

Mena, V., Andrade, H., & Torres, J. (2020). Composición florística, estructura y diversidad del bosque pluvial tropical de la subcuenca del río Munguidó, Quibdó, Chocó, Colombia. Entramado, 16, 204–215.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2015). Proyecto: Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1:25 000. SIGTIERRAS.

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). Evaluación de los recursos forestales del Ecuador 2020.

Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE]. (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural.

Mites, M. (2017). Diversidad de orquídeas en el bosque deciduo de Bahía de Caráquez y la siempreverde estacional El Cerro, Parroquia Ricaurte, Manabí, Ecuador. Cinchonia, 15(1), 141–157. https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CINCHONIA/article/view/23

Mites, M., García-Mozo, H., Galán, C., & Oña, E. (2022). Analysis of the Orchidaceae diversity in the Pululahua Reserve, Ecuador: Opportunities and constraints as regards the biodiversity conservation of the cloud mountain forest. Plants, 11(5), 698. https://doi.org/10.3390/plants11050698

Monteros, M. F., Restrepo, E., Iturralde, G. A., Jiménez, M. M., & Baquero, L. E. (2023). Contributions to the *Lepanthes* (Orchidaceae) knowledge in Ecuador: A new species from Cordillera del Toisán and new records for the country. *Phytotaxa, 622*(3), 204–214. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.622.3.3

Morales, C. O. (2020). Mis memorias sobre Robert L. Dressler (1927–2019): Botánico y ser humano extraordinario. Revista de Biología Tropical, 68(3). https://doi.org/10.15517/rbt.v68i3.40980

Morales-Linares, J., Carmona-Valdovinos, T. F., & Ortega-Ortiz, R. V. (2022). Habitat diversity promotes and structures orchid diversity and orchid-host tree interactions. *Flora, 297*, 152180. https://doi.org/10.1016/j.flora.2022.152180

Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82(4), 1249–1261. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.745

Mosquera, H. P., & Pardo Jaramillo, S. P. (2020). *Evaluar un proceso de adaptación alternativo en dos especies de orquídeas Cattleya iricolor y Gongora sp. germinadas in vitro* [Trabajo de titulación, Universidad Técnica Particular de Loja]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica Particular de Loja.

Muchhala, N., Jarrín-V, P., & Sornoza, F. (2012). Armament imbalances: Match and mismatch in plant-pollinator traits of highly specialized long-spurred orchids. *PLoS ONE, 7*(7), e41878. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041878

Nasrun, M. S., Gailea, R., & Buamona, A. F. J. (2026). Ecology and qualitative phytochemical profiles of wild orchids in Palolo Education Forest, Central Sulawesi, Indonesia. Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 27(4). https://doi.org/10.13057/biodiv/d270429

Nilsson, L. A. (1992). Orchid pollination biology. Trends in Ecology & Evolution, 7(8), 255–259.

https://doi.org/10.1016/0169-5347(92)90113-M

Olesen, J. M., Bascompte, J., Dupont, Y. L., & Jordano, P. (2007). The modularity of pollination networks. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(50), 19891–19896. https://doi.org/10.1073/pnas.0706375104

Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? Oikos, 120(3), 321–326. https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x

Padrón, P. S. (2018). A preliminary checklist of the orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) of Ecuador. Psyche: A Journal of Entomology, 2018, 1–14. https://doi.org/10.1155/2018/2678632

Padrón, P. S., Roubik, D. W., & Picón, R. P. (2018). *A preliminary checklist of the orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) of Ecuador*. *Psyche: A Journal of Entomology, 2018*, 1–14. https://doi.org/10.1155/2018/2678632

Padrón, P. S., Roubik, D. W., & Picón, R. P. (2018). *A preliminary checklist of the orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) of Ecuador*. *Psyche: A Journal of Entomology, 2018*, 1–14. https://doi.org/10.1155/2018____/2678632

Pansarin, E. R., et al. (2023). The lady's 'slippery' orchid: Functions of the floral trap and aphid mimicry in a hoverfly-pollinated *Phragmipedium* species in Brazil. *Annals of Botany, 131*(2), 275–287

Peralta Sánchez, P. E. (2021). *Optimización de un protocolo de adaptación de vitroplantas de orquídeas a las condiciones ex vitro* [Tesis de grado, Universidad Técnica Particular de Loja]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica Particular de Loja. https://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/28085

Pérez, A. J., Romoleroux, K., Zapata, N., Cevallos, D., Yela, H., Jost, L., & Tobar, F. (2020). Nuevo registro, redescubrimiento y notas taxonómicas de Orchidaceae de Ecuador. Neotropical Biodiversity, 6(1), 88–97. https://doi.org/10.1080/23766808.2020.1752097

Perkins, J., Hayashi, T., Peakall, R., Flematti, G. R., & Bohman, B. (2023). The volatile chemistry of orchid pollination. Natural Product Reports, 40, 819–839. https://doi.org/10.1039/D2NP00060A

Phillips, R. D., Reiter, N., & Peakall, R. (2020). Vulnerability of orchid pollination networks to environmental change. Global Ecology and Conservation, 24, e01334. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01334

Pinelo, G. (2000). Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la reserva de la biosfera Maya, Petén, Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Pinto, E., Lozano, P., & Cuesta, F. (2018). Bosques siempreverdes montanos bajos del Ecuador: Estado de conservación y amenazas. Universidad San Francisco de Quito.

Pl@ntNet. (2017, 7 de junio). Pl@ntNet. https://plantnet.org/en/

Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (2023). Herbario QCA: Servicios. https://bioweb.puce.edu.ec/QCA/contenido/Servicios

Rasmussen, H. N., & Rasmussen, F. N. (2018). The role of mycorrhiza in orchid biology. Plant and Soil, 430(1–2), 1–18.

Ray, H., & Gillett-Kaufman, J. (2022). By land and by tree: Pollinator taxa diversity of terrestrial and epiphytic orchids. Journal of Pollination Ecology, 32, 174–185. https://doi.org/10.26786/1920-7603(2022)671

Ray, H., & Vendrame, W. (2015). *Orchid pollination biology*. EDIS, 2015(6), 1–6. https://doi.org/10.32473/edis-ep521-2015

Reiter, N., et al. (2023). Improving conservation and translocation success of an endangered orchid. Plant Ecology.

Rodríguez, J., & Arroyo, M. (2004). Estudios de composición biológica: Bases para la conservación de ecosistemas forestales. Editorial Universidad Nacional.

Rodríguez-Echeverry, J., & Leiton, A. (2021). Pérdida y fragmentación de ecosistemas boscosos nativos y su influencia en la diversidad de hábitats en el hotspot Andes tropicales. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *92*. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3449

Rodríguez-Echeverry, J., & Leiton, M. (2021). Pérdida y fragmentación de ecosistemas boscosos nativos y su influencia en la diversidad de hábitats en el hotspot Andes tropicales. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *92*, e923449. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3449

Royal Botanic Gardens, Kew. (2026). *Plants of the World Online*. Royal Botanic Gardens, Kew. Plants of the World Online

Scaccabarozzi, D., Guzzetti, L., Pioltelli, E., Brundrett, M. C., et al. (2024). Evidence of introduced honeybees (Apis mellifera) as pollen wasters in orchid pollination. Scientific Reports, 14,

14076. https://doi.org/10.1038/s41598-024-64218-x

Schiestl, F. P., & Schlüter, P. M. (2009). Floral isolation, specialized pollination, and pollinator behavior in orchids. Annual Review of Entomology, 54, 425–446. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090613

Secretaría de la CITES. (1973). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. https://cites.org/sites/default/files/eng/disc/text.php

Servicio de Evaluación Ambiental. (2024). Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. Gobierno de Chile.

SIGTIERRAS. (2010). Fotografía aérea y ortofotos. http://www.sigtierras.gob.ec/fotografia-aerea-y-ortofotos/

Singer, R. B. (2025). Morfología floral y polinización de orquídeas: El segundo libro de Charles Darwin. Acta Biológica Colombiana, 14, 337–348. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2009000400021

Tarazona, F. P., Lu, & Flores, L. F. (2025). Diversidad e inventario de orquídeas de los bosques de neblina: Carpish y La Divisoria, Perú. Revista Alfa, 9(25), 76–89. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i25.333

Tobar, F., Caiza, M., & Perez, Á. (2024). Diversidad florística del Complejo Montañoso Mojanda, Andes Norte de Ecuador. Plantas comunes del páramo y bosque montano. Bosques Latitud Cero, 14(2), 82–124. https://doi.org/10.54753/blc.v14i2.2206

Tobar, F., Caiza, M., & Pérez, Á. (2024). *Diversidad florística del Complejo Montañoso Mojanda, Andes Norte de Ecuador. Plantas comunes del páramo y bosque montano*. Bosques Latitud Cero, 14(2), 82–124. https://doi.org/10.54753/blc.v14i2.2206

Universidad Estatal Amazónica. [Título y fecha no especificados en la fuente original]. 11, Art. 5. https://www.uea.edu.ec/web/v1/wp-

Varela, L. A., & Ron, S. R. (2018). *Geografía y clima del Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. BIOWEB. https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiayClima/

Vásquez et al. (2023). — Para darte esta referencia exactamente como corresponde, necesito verificar cuál es el artículo de Vásquez que utilizaste, porque hay varias publicaciones de ese año relacionadas con epífitas y orquídeas.

Vélez-Abarca, L., Jiménez, M. M., Ramírez-Iglesias, E., Parra-Suarez, S., Torracchi-Carrasco, E., &

Benítez, Á. (2023). *Orchid diversity at three elevations in the mountain sandstone plateaus of the Cordillera del Cóndor Ecuador*. *Diversity, 15*(9), 979. https://doi.org/10.3390/d15090979

Wong, B. B. M., & Schiestl, F. P. (2002). How orchids deceive insects. Biological Sciences Review, 15(2), 15–18.

Zotz, G. (2016). Plants on plants: The biology of vascular epiphytes. Springer.

Zotz, G., & Bader, M. Y. (2009). Epiphytic plants in a changing world—Global change effects on vascular and non-vascular epiphytes. *Progress in Botany, 70*, 147–170. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68421-3_7

ANEXOS

Anexo 1. Fichas de campo

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

FICHA DE CAMPO

BIODIVERSIDAD ECOLÓGICA DE INTERACCIONES ORQUIDEA-INSECTO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA ORCHIDACEAE EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA FAVORITA					
Fecha:			Investigador:		
Lugar:			Tipo de Hábitat:		
N° Transecto:			Coordenadas UTM:	X:	Y:
Familia	Especie	Frecuencia	Hábito	Foto	Observaciones al ambiente

Anexo 2. Establecimiento de transectos





Anexo 3.. Registro de orquídeas



Anexo 4. Trampas de insectos



GUÍA DE ORQUÍDEAS

1

Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas,Santo Domingo,Alluriquín,Chiriboga
Estación Experimental La Favorita

Universidad Técnica del Norte

Fotos: Leonela Silvana Chuquín Tabango (lschuquint@utn.edu.ec). Producido por Leonela Silvana Chuquín Tabango(lschuquint@utn.edu.ec), Field Museum.

Agradecimientos: Ing. Galo Tipaz ─ Msc. Mónica León ─ Ing. Marco Montero – Dr. Renato Oquendo

© Field Museum (2021) CC BY-NC 4.0. Los trabajos con esta licencia son libres de usar / compartir / remezclar con atribución, pero no permiten el uso comercial del trabajo original.

[fieldguides.fieldmuseum.org] **[0000]** versión **1** 8/2026



1 *Cyrtochilum serratum*
ORCHIDACEAE
Vara larga



2 *Maxillaria sp*
ORCHIDACEAE



3 *Odontoglossum hallii*
ORCHIDACEAE



4 *Oncidium heteranthum*
ORCHIDACEAE
Bailarina



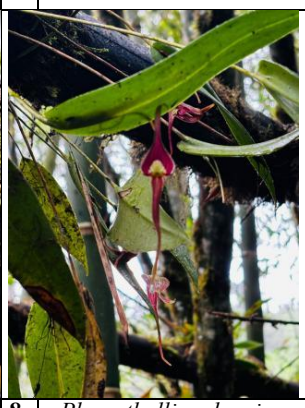
5 *Trichopilia fragrans*
ORCHIDACEAE



6 *Pleurothallis conicostigma*
ORCHIDACEAE



7 *Masdevallia sp*
ORCHIDACEAE
Colas bellas



8 *Pleurothallis ruberrima*
ORCHIDACEAE



9 *Stelis pulchella*
ORCHIDACEAE
Orquídea miniatura



10 *Stelis sp.*
ORCHIDACEAE



11 *Elleanthus capitatus*
ORCHIDACEAE



12 *Epidendrum sp.*
ORCHIDACEAE



13 *Rodriguezia lanceolata*
ORCHIDACEAE



14 *Encyclia vespa*
ORCHIDACEAE
Avispa



15 *Epidendrum secundum*
ORCHIDACEAE
Flor de Cristo

GUÍA DE ORQUÍDEAS 2

Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas,Santo Domingo,Alluriquín,Chiriboga
Estación Experimental La Favorita

Universidad Técnica del Norte

Fotos: Leonela Silvana Chuquín Tabango (lschuquint@utn.edu.ec). Producido por Leonela Silvana Chuquín Tabango(lschuquint@utn.edu.ec), Field Museum.

Agradecimientos: Ing. Galo Tipaz ─ Msc. Mónica León ─ Ing. Marco Montero – Dr. Renato Oquendo

© Field Museum (2021) CC BY-NC 4.0. Los trabajos con esta licencia son libres de usar / compartir / remezclar con atribución, pero no permiten el uso comercial del trabajo original.

[fieldguides.fieldmuseum.org] **[0000]** versión **1** 8/2026



16 *Catasetum expansum*
ORCHIDACEAE
Casco de monje



17 *Maxillaria grandiflora*
ORCHIDACEAE
Torito



18 *Pleurothallis cardiothallis*
ORCHIDACEAE



19 *Masdevallia bonplandii*
ORCHIDACEAE



20 *Pleurothallis sp*
ORCHIDACEAE



21 *Dracula vespertilio*
ORCHIDACEAE
Pequeño dragón



22 *Epidendrum jamiesonis*
ORCHIDACEAE
Maywa



23 *Maxillaria lepidota*
ORCHIDACEAE



24 *Epidendrum radicans*
ORCHIDACEAE
Estrella de fuego



25 *Epidendrum ibaguense*
ORCHIDACEAE
Banderita

GUÍA DE POLINIZADORES

1

Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas,Santo Domingo,Alluriquín,Chiriboga
Estación Experimental La Favorita

Universidad Técnica del Norte

Fotos: Leonela Silvana Chuquín Tabango (lschuquint@utn.edu.ec). Producido por Leonela Silvana Chuquín Tabango(lschuquint@utn.edu.ec), Field Museum.
Agradecimientos: Ing. Galo Tipaz

© Field Museum (2021) CC BY-NC 4.0. Los trabajos con esta licencia son libres de usar / compartir / remezclar con atribución, pero no permiten el uso comercial del trabajo original.

[fieldguides.fieldmuseum.org] **[0000]** versión **1** 8/2026



1 *Euglossa imperialis*
APIDAE
Abeja de orquídeas verde



2 *Euglossa ignita*
APIDAE
Abeja fraganciera



3 *Eulaema bombiformis*
APIDAE
Abeja grande



4 *Eulaema meriana*
APIDAE
Abeja robusta



5 *Eufriesea surinamensis*
APIDAE
Abeja dorada



6 *Melipona mimetica*
APIDAE
Abeja sin aguijón



7 *Trigona fulviventris*
APIDAE
Abeja social pequeña



8 *Augochlora amphitrite*
HALICTIDAE
Abeja verde metálica



9 *Lasioglossum sp.*
HALICTIDAE
Abeja del sudor



10 *Xylophanes tersa*
SPHINGIDAE
Polilla esfinge



11 *Manduca sexta*
SPHINGIDAE
Polilla de cinco manchas



12 *Erinnyis ello*
SPHINGIDAE
Polilla marrón



13 *Eristalis tenax*
SYRPHIDAE
Mosca de las flores



14 *Allograpta exotica*
SYRPHIDAE
Mosca cernidora



15 *Drosophila sp*
DROSOPHILIDAE
Mosca pequeña