

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



ESCUELA DE POSGRADO

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO
EN GESTIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE**

**DIVERSIDAD TÁXICA Y FILOGENÉTICA DEL GÉNERO
Epidendrum L. (ORCHIDACEAE) EN DOS ECOSISTEMAS
DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN PRIVADA “PAMPA
DEL BURRO”, AMAZONAS-PERÚ**

Autor (a): Bach. Jessy Patricia Arista Bustamante

Asesores: Mg. Elí Pariente Mondragón

Dr. Gerardo Adolfo Salazar Chávez

Registro:

CHACHAPOYAS - PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS DE MAESTRÍA EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



UNTRM

Reglamento del Proceso de Graduación en la
Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional
Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

ANEXO 6

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes):

Arista Bustamante Jessy Patricia

DNI N°: 76771639

Correo electrónico: jessy.arista.eg@untrm.edu.pe

Nombre de la Maestría (X)/Doctorado (): _____

Gestión Para el Desarrollo Sustentable

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____

DNI N°: _____

Correo electrónico: _____

Nombre de la Maestría ()/Doctorado (): _____

2. Título de la tesis para obtener el grado académico de Maestro (X) / Doctor ()

Diversidad taxónica y filogenética del género Epidendrum L. (Orchidaceae) en dos ecosistemas del Área de Conservación Privada "Pampa del Burro", Amazonas-Perú.

3. Datos de Asesor

Apellidos y nombres: Pariente Mondragón Eli

DNI, Pasaporte, C.E N°: 45670572

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9197-0218

Datos de Co-Asesor

Apellidos y nombres: Salazar Chávez Gerardo Adolfo

DNI, Pasaporte, C.E N°: 623982771

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5203-5374

4. Campo del conocimiento según Organización para la Cooperación y el Desarrollo

Económicos-OCDE 100.00 Ciencias Naturales → 1.06.00 Biología

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el autor o autores señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El o los titular de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado





UNTRM

Reglamento del Proceso de Graduación en la
Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional
Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 13 de Junio de 2023


AUTOR 1

AUTOR 2


ASESOR


CO-ASESOR



DEDICATORIA

A mi hija Alessia Daniela;

La felicidad más arrolladora de todas, es tenerte a mi lado, el fruto de mi vientre y mi alegría constante, el alborozo de mis días y la más laudable letanía de mis ocasos.

Como no agradecer a Dios por traerte al mundo, como no estar alborozada por tenerte, como no estar llena de felicidad, y como no irradiar la más cándida beatitud, si has transformado mi vida y has irradiado luz sobre nuestra familia.

Mi Danielita, eres la orquídea más hermosa, te amaré por siempre.

Jessy P.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por toda la sabiduría y guiarme a lo largo de mi carrera. A mi familia mi más profunda gratitud por todo el cariño y el apoyo que me han brindado. Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva y al Instituto de Investigación, Innovación y Desarrollo para el Sector Agrario y Agroindustrial de la Región Amazonas (IIDAA).

Al Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados (PROCIENCIA), del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) por el financiamiento de esta investigación a través del proyecto; “Diversidad de las Orchidaceae en el bosque montano del Área de Conservación Privada la Pampa del Burro: Integrando la taxonomía tradicional y el código de barras de ADN”- CONTRATO N°58-2021.

A las autoridades y comuneros del Anexo Perla del Imaza por permitirnos explorar en el Área de Conservación Privada Pampa del Burro. Al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) por otorgarnos la Autorización de colecta N° AUT-IFL-2021-033.

Al Herbario de la Facultad de Ingeniería y Ciencia Agrarias (KUELAP).

A mis asesores el Dr. Gerardo Salazar Chávez, el Ing. Elí Pariente Mondragón y el Ing. Eric Ragnar Wolko Hágsater Gartenberg.

A José Edquén, Elmer Yrigoin, Lucy Iliquín, Katherin Inga, Yhomara Maslucán, por todo su apoyo en los trabajos de campo y gabinete.

A la Blg. Elizabeth Santiago, Mónica Flores, Edith Pérez y la Dra. Lidia Cabrera por su apoyo en las diversas etapas de la ejecución del proyecto.

A la Lic. Norma Marilí Castillo Suárez, un candoroso agradecimiento por todo su apoyo.

A mis jurados el Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz, al Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza y la Ph.D. Ligia Magali García Rosero por todos sus aportes y recomendaciones.

Son muchas las personas a quienes me faltó nombrar, ya que de alguna u otra manera se han involucrado en mi vida para brindarme su apoyo en diferentes aspectos, mil gracias a todos.

Jessy P.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana

Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

Vicerrector Académico

Dra. María Nelly Luján Espinoza

Vicerrectora de Investigación

Dr. Efraín Manuelito Castro Alayo

Director de la Escuela de Posgrado

JURADO EVALUADOR



Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Presidente



Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza

Secretario



Ph.D. Ligia Magali García Rosero

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

Reglamento del Proceso de Graduación en la
Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional
Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

ANEXO 3

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis ()/Tesis (x) Tesis en Formato de Artículo Científico () titulado:

Diversidad taxónica y filogenética del género Epidendrum L. (Orchidaceae) en dos ecosistemas del Área de Conservación Privada "Pampa del Burro" Amazonas-Perú., presentado por el Aspirante Jessy Patricia Arista Bustamante para obtener el Grado Académico de Maestro (X)/Doctor () en Gestión Para el Desarrollo Sustentable

de la Escuela de Posgrado de la UNTRM, hacemos constar que después de revisar la originalidad del Proyecto de Tesis ()/Tesis (X)/Tesis en formato de artículo científico () con el software de prevención de plagio **Turnitin**, verificamos:

- a) De acuerdo con el informe de originalidad (adjunto), el Proyecto de Tesis ()/Tesis (X)/Tesis en formato de artículo científico () tiene 19 % de similitud, que es menor al 25% permitido en la UNTRM.

- b) La persona responsable de someter el trabajo al software de prevención de plagio **Turnitin** fue:

Eli Pariente Mondragón y pertenece al área () / oficina () / dependencia (X) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias



Chachapoyas, 24 de Junio del 2023


SECRETARIO

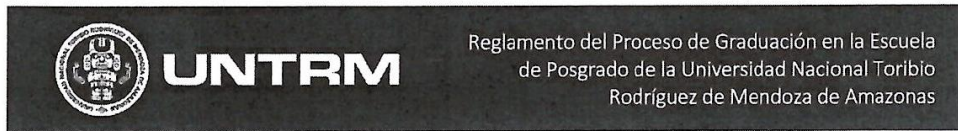

PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



ANEXO 5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el lugar Sala de Sesiones PROCICEA de la ciudad de Chachapoyas, el día 02 de Junio del año 2023, siendo las 11:00 horas, el Aspirante Jessy Patricia Anista Bustamante, defiende en sesión pública presencial la Tesis titulada: Diversidad taxónica y filogenética del género Epidendrum L. (Orchidaceae) en dos ecosistemas del Área de Conservación Privada "Pampa del Burro", Amazonas - Perú, para obtener el Grado Académico de Maestro ()/Doctor () en Gestión Para el Desarrollo Sustentable, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, conformado por:

Presidente: Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz
Secretario: Dr. Santos Trujillo Leiva Espinoza
Vocal: Ph.D. Ligia Magali García Rosero

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis, en términos de:

Aprobada () / Desaprobada () por Unanimidad () / Mayoría () .

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las _____ horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis.




SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS DE MAESTRÍA EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	i
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA.....	v
JURADO EVALUADOR.....	vi
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	vii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	viii
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
2.1. Metodología de campo.....	20
2.1.1. Localización del área de estudio.....	20
2.1.2. Determinación de la diversidad de especies.....	20
a. Identificación de los ecosistemas.....	20
b. Colecta y registro de los ejemplares.....	22
c. Colecta de las muestras para ADN.....	24
2.2. Metodología de gabinete.....	26
2.2.1. Secado de las muestras.....	26
2.2.2. Identificación y descripción.....	26
2.3. Metodología de laboratorio.....	27
2.3.1. Métodos moleculares.....	27
a. Pesado y triturado de las muestras.....	28
b. Extracción de ADN.....	29
c. Electroforesis.....	31
d. Amplificación de ADN.....	32
2.4. Análisis de datos.....	34

III.	RESULTADOS.....	35
3.1.	Determinación de la diversidad táxica de especies del género <i>Epidendrum</i> L. (Orchidaceae).....	35
3.1.1.	Composición.....	35
3.1.2.	Índice de diversidad Alfa.....	38
3.1.3.	Índice de diversidad beta.....	39
3.2.	Determinación de la diversidad filogenética de especies del género <i>Epidendrum</i> L.....	41
3.2.1.	Análisis filogenéticos.....	41
3.3.	Contraste entre la diversidad táxica y filogenética de especies del género <i>Epidendrum</i> L.....	45
3.4.	Guía ilustrada de especies del género <i>Epidendrum</i> L. para el Área de Conservación Privada Pampa del Burro.....	46
3.4.1.	<i>Epidendrum acrobatesii</i> Hágsater & Dodson.....	48
3.4.2.	<i>Epidendrum aggregatum</i> Lindl.....	50
3.4.3.	<i>Epidendrum blepharistes</i> Barker ex Lindl.....	52
3.4.4.	<i>Epidendrum calantum</i> Rchb. f. & Warsz.....	54
3.4.5.	<i>Epidendrum clavadista</i> Hágsater et Collantes.....	56
3.4.6.	<i>Epidendrum cryptorhachis</i> Hágsater.....	58
3.4.7.	<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.....	60
3.4.8.	<i>Epidendrum ochrostachyum</i> Hágsater, E.Santiago, P.Arista, Edquén.....	62
3.4.9.	<i>Epidendrum parvireflexilobum</i> Hágsater, P.Arista et Edquén.....	64
3.4.10.	<i>Epidendrum rauhii</i> Hágsater.....	66
3.4.11.	<i>Epidendrum rugulosum</i> Schltr.....	68
3.4.12.	<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.....	70
3.4.13.	<i>Epidendrum tridens</i> Poepp. & Endl.....	72
3.4.14.	<i>Epidendrum vinosum</i> Schltr.....	74
IV.	DISCUSIÓN.....	76
V.	CONCLUSIONES.....	83
VI.	RECOMENDACIONES.....	84
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
VIII.	ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Gen ITS.....	32
Tabla 02. Parámetros del termociclador.....	33
Tabla 03. Especies registradas para cada ecosistema.....	36
Tabla 04. Índices de diversidad alfa de especies de <i>Epidendrum</i> L. en dos ecosistemas.....	38
Tabla 05. Índices de diversidad filogenética.....	41
Tabla 06. Diversidad filogenética por ecosistema basado en la sumatoria de las ramas.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	20
Figura 2. Bosque de arena blanca.....	21
Figura 3. Bosques húmedos o muy húmedos.....	22
Figura 4. Proceso de registro y colecta de los ejemplares.....	24
Figura 5. Proceso de selección y extracción de muestras para ADN.....	25
Figura 6. Proceso de secado de las muestras, identificación y descripción.....	27
Figura 7. Flujoograma general del análisis molecular.....	28
Figura 8. Proceso de pesado y triturado de las muestras.....	29
Figura 9. Proceso de extracción de ADN.....	31
Figura 10. Especies registradas de <i>Epidendrum</i> L.....	35
Figura 11. Porcentaje de especies por ecosistema.....	36
Figura 12. Especies registradas en el bosque de arena blanca.....	37
Figura 13. Especies registradas en el bosque montano húmedo.....	37
Figura 14. Curvas de rarefacción basadas en individuos.....	39
Figura 15. Dendrograma de similaridad basado en el índice de Morisita.....	40
Figura 16. Árbol filogenético concatenado de las especies de <i>Epidendrum</i> L.....	42
Figura 17. Árbol filogenético para el bosque de arena blanca.....	43
Figura 18. Árbol filogenético para el bosque montano húmedo.....	44
Figura 19. Mapa de distribución de las especies de <i>Epidendrum</i> L.....	47
Figura 20. Lámina de <i>Epidendrum acrobatesii</i>	49
Figura 21. Lámina de <i>Epidendrum aggregatum</i>	51
Figura 22. Lámina de <i>Epidendrum blepharistes</i>	53
Figura 23. Lámina de <i>Epidendrum calantum</i>	55
Figura 24. Lámina de <i>Epidendrum clavadista</i>	57
Figura 25. Lámina de <i>Epidendrum cryptorhachis</i>	59
Figura 26. Lámina de <i>Epidendrum fimbriatum</i>	61
Figura 27. Lámina de <i>Epidendrum ochrostachyum</i>	63
Figura 28. Lámina de <i>Epidendrum parvireflexilobum</i>	65
Figura 29. Lámina de <i>Epidendrum rauhii</i>	67
Figura 30. Lámina de <i>Epidendrum rugulosum</i>	69
Figura 31. Lámina de <i>Epidendrum secundum</i>	71
Figura 32. Lámina de <i>Epidendrum tridens</i>	73

Figura 33. Lámina de <i>Epidendrum vinosum</i>	75
Figura 34. Montaje de fotos de las actividades realizadas en las diversas etapas..	95
Figura 35. Ejemplar de <i>Epidendrum acrobatesii</i> Hágsater & Dodson.....	96
Figura 36. Ejemplar <i>Epidendrum aggregatum</i> Lindl.	97
Figura 37. Ejemplar de <i>Epidendrum blepharistes</i> Barker ex Lindl.	98
Figura 38. Ejemplar de <i>Epidendrum calanthum</i> Rehb.f. & Warsz.	99
Figura 39. Ejemplar de <i>Epidendrum clavadista</i> Hágsater & Collantes.....	100
Figura 40. Ejemplar de <i>Epidendrum cryptorhachis</i> Hágsater.....	101
Figura 41. Ejemplar de <i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.....	102
Figura 42. Ejemplar de <i>Epidendrum ochrostachyum</i> Sp. Nov.....	103
Figura 43. Ejemplar de <i>Epidendrum parvireflexilobum</i> Sp. Nov.....	104
Figura 44. Ejemplar de <i>Epidendrum rauhii</i> Hágsater.....	105
Figura 45. Ejemplar de <i>Epidendrum rugulosum</i> Schltr.	106
Figura 46. Ejemplar de <i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	107
Figura 47. Ejemplar de <i>Epidendrum tridens</i> Poepp. & Endl.	108
Figura 48. Ejemplar de <i>Epidendrum vinosum</i> Schltr.	109

RESUMEN

Epidendrum L. es el género más diverso de la familia Orchidaceae, con una riqueza actual de 491 especies para Perú. Se distribuye en varias regiones ecológicas, con un elevado registro de especies endémicas principalmente en las regiones de Amazonas, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Junín, Puno y San Martín. Se han abordado diversos estudios relacionados a la diversidad táxica sin embargo, ha sido poco estudiado en relación a la diversidad filogenética.

En la presente investigación se evaluó la diversidad táxica y filogenética del género *Epidendrum* L. en dos ecosistemas diferentes; el bosque achaparrado de arena blanca y el bosque montano húmedo, en el Área de Conservación Privada Pampa del Burro, Bongará, Amazonas. La colecta de los ejemplares se realizó mediante el método de recorridos prolongados, en transectos lineales. La identificación y descripción de las especies se basaron en los registros fotográficos, flores conservadas en alcohol y muestras secas que fueron depositadas en el Herbario KUELAP.

La diversidad táxica se evaluó empleando los índices de diversidad de Simpson, Alfa de Fisher, Shannon, Dominancia y Equitatividad, los que determinaron que el bosque de arena blanca es el ecosistema más diverso respecto al bosque montano húmedo. La diversidad filogenética se evaluó mediante el índice de Faith y la función de phylosor de la biblioteca Picante implementada en R. Al sumar la longitud de las ramas evolutivas de los ecosistemas se determinó que el bosque montano húmedo tiene una mayor diversidad que el bosque de arena blanca.

Palabras claves: *Epidendrum*, bosque de arena blanca, bosque montano húmedo, diversidad

ABSTRACT

Epidendrum L. is the most diverse genus of the Orchidaceae family, with a current richness of 491 species for Peru. It is distributed in several ecological regions, with a high record of endemic species mainly in the regions of Amazonas, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Junín, Puno and San Martín. There have been several studies related to taxonomic diversity; however, little has been studied in relation to phylogenetic diversity.

In the present investigation, the taxa and phylogenetic diversity of the genus *Epidendrum* L. was evaluated in two different ecosystems; the stunted white sand forest and the humid montane forest, in the Pampa del Burro Private Conservation Area, Bongará, Amazonas. The collection of the specimens was carried out by means of long walks in linear transects. Species identification and description were based on photographic records, flowers preserved in alcohol and dry samples deposited in the KUELAP Herbarium.

Thaxical diversity was evaluated using Simpson's diversity index, Fisher's Alpha, Shannon, Dominance and Equitability, which determined that the white sand forest is the most diverse ecosystem with respect to the humid montane forest. Phylogenetic diversity was evaluated using Faith's index and the phylosor function of the Picante library implemented in R. By adding the length of the evolutionary branches of the ecosystems, it was determined that the humid montane forest has a higher diversity than the white sand forest.

Keywords: *Epidendrum*, white sand forest, humid montane forest, diversity

I. INTRODUCCIÓN

Se han descrito y aceptado 383 671 especies de plantas vasculares (Lughadha *et al.*, 2016). Las orquídeas son una de las familias más extensas y diversas de este grupo (Christenhusz & Byng, 2016). De acuerdo a (Chase *et al.*, 2015) la familia Orchidaceae constituye un grupo natural, conformado por cinco subfamilias principales: Apostasioideae, Cyripedioideae, Epidendroideae, Orchidoideae y Vanilloideae. Conforme a la información proporcionada por (Christenhusz & Byng, 2016), se estima la presencia de 28000 especies que se agrupan en 736 géneros.

Las especies de esta familia se distribuyen en todas las regiones del planeta, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales, pero ausentes en las regiones polares y desérticas (Hossain, 2011). Además de su diversidad geográfica y taxonómica, las orquídeas son plantas fascinantes, con frecuencia sus flores son muy bellas e inextricables (Hágsater *et al.*, 2005). Predominantemente utilizadas por sus cualidades ornamentales (Dalar *et al.*, 2015). Así mismo son cultivadas y comercializadas para su uso medicinal y alimenticio (Hinsley *et al.*, 2018).

Perú posee una gran diversidad de la familia Orchidaceae; en una lista actualizada se han registrado más de 2900 especies, agrupadas en 204 géneros (Goicochea *et al.*, 2019), mucho mayor al estimado por el Ministerio del Ambiente donde se reportan sólo 2206 especies (MINAM, 2015).

Epidendrum L. es el género más rico de la familia Orchidaceae en Perú, con una riqueza de 491 especies (Goicochea *et al.*, 2019; Horna *et al.*, 2021; Quispe-Melgar *et al.*, 2022). Se distribuye en varias regiones ecológicas, con un eminente registro de especies endémicas, que se concentran principalmente en las regiones de Amazonas, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Junín, Puno y San Martín (Roque & León, 2006). Este género es considerado como el más diversos de la familia Orchidaceae, a nivel mundial, se han registrado aproximadamente 2400 especies, con más de 1100 especies ilustradas y descritas (Hágsater *et al.*, 2016).

El género *Epidendrum* se encuentra distribuido desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina, desde el nivel del mar hasta los 4200 m s.n.m

(Pridgeon, 2005). La mayoría son especies epífitas, algunas terrestres y raramente litófitas, de hábito herbáceo, rastreras o colgantes. Habitan en diversos ecosistemas que van desde bosques tropicales, bosques húmedos, dunas, matorrales hasta páramos andinos (Chase *et al.*, 2015; Hágsater & Krahl, 2020). Se caracterizan por presentar tallos en forma de caña, hojas frecuentemente dísticas, una columna completamente soldada al labelo en toda su longitud, el rostellum paralelo al eje de la columna, el nectario inmerso dentro del pedicelo y presencia de un fruto tipo cápsula (Dressler, 1993; Hágsater & Soto, 2005).

En el Perú se han hecho importantes estudios sobre la diversidad de orquídeas (Benavente *et al.*, 2020; Damián & Hágsater, 2016; Gutiérrez *et al.*, 2019; Ochoa Estrada, 2021). Sin embargo, estos estudios se han desarrollado principalmente en el sur del país, mientras que los estudios en el norte son escasos. Por lo tanto, existe un déficit de información para las especies de orquídeas en esta parte del país, en especial las que habitan en la región Amazonas.

Una de las zonas pobremente explorada de Amazonas es el Área de Conservación Privada “Pampa del Burro”, y destaca por la presencia de dos ecosistemas muy importantes; los bosques de arena blanca y los bosques húmedos (Shanee *et al.*, 2012), donde reportan sólo 14 especies de orquídeas y ninguna de ellas pertenece al género *Epidendrum* L. sin embargo en la presente investigación se registraron 14 especies de este género seguido por el género *Maxillaria* y *Pleurothallis*, lo que demuestra que los estudios de la familia Orchidaceae en el Perú son limitados.

La orquideoflora peruana ha sido estudiada en términos ecológicos, geográficos y morfológicos, pero, no existen muchos estudios que incorporen los factores evolutivos (Hágsater, 2016). Se debe considerar la biodiversidad como el producto de varios procesos; tanto evolutivos como ecológicos, teniendo en cuenta que cada vez que ocurre una extinción, las características evolutivas únicas de un linaje se pierden para siempre (Mooers *et al.*, 2009). La conservación de la biodiversidad requiere necesariamente tener en cuenta la historia evolutiva de los taxones (Posadas *et al.*, 2011), y tener acceso a nuevas fuentes de información, como las secuencias de ADN. Estudiar el ADN permitirá conocer las relaciones

filogenéticas, comparar la diversidad tóxica entre unidades ambientales y explorar posibles factores que podrían estar influenciando en el patrón de diversidad.

La biodiversidad es un componente elemental en cualquier investigación biológica (Núñez *et al.*, 2003). Su estudio comienza desde el momento en que se realiza un inventario en un área establecida (Espinosa, 2003). Anteriormente, la biodiversidad solamente era definida por la cantidad de especies y por la magnitud de cambio de especies que existe entre regiones o comunidades (Moreno, 2001).

En la actualidad, la biodiversidad está definida, como la variación que se presenta en todos los niveles de organización, desde el nivel genético hasta el nivel de comunidad, incluyendo las características funcionales de las especies presentes en dicha comunidad (Pellens & Grandcolas, 2016; Reaka-Kudla *et al.*, 1996). A pesar de la definición actual sobre la biodiversidad, los programas de conservación, siguen empleando a la diversidad tóxica como principal definición y aporte de información para definir áreas prioritarias, sin tomar en cuenta las relaciones evolutivas de las especies y el tiempo que ha transcurrido para que adquieran esas características distintivas entre una y otra (Pellens & Grandcolas, 2016).

La diversidad filogenética es una dimensión de la biodiversidad basada en la medición de un conjunto de caracteres y el tiempo que tardan las especies en adquirir y acumular rasgos que las distinguen unas de otras (Faith, 1994). Existen varios indicadores para cuantificar esta composición, así como para revelar cuán cercana o lejana es la relación evolutiva de un grupo de especies (Rivera Martínez, 2020). El índice más utilizado para calcular esta métrica comprende la suma de las longitudes de las ramas de una filogenia de máxima verosimilitud ultrametrizado de las especies presentes en un área, dando como resultado la probabilidad de cambio, dada por el tiempo y tasas de sustitución (Faith, 1994).

Teóricamente, existe una correlación positiva entre la diversidad taxonómica y filogenética, es decir, las regiones con mayor riqueza de especies también muestran una mayor diversidad filogenética (Rivera Martínez, 2020). Esto se debe a que cada especie tiene una historia evolutiva distinta en la que ha acumulado una serie de cambios de rasgos que le permiten diferenciarse en una nueva especie,

pero los cambios a nivel genético pueden ser no lineales o graduales y causar incoherencias (Sandel, 2018).

Tales como la heterogeneidad en las tasas de sustitución y la distribución de los cambios en el ADN, relacionadas con la cantidad de tiempo transcurrido desde la divergencia de las especies y eventos ecológicos o evolutivos importantes, como la exclusión competitiva (Hardin, 1960). Así mismo la evolución reticulada dada a través de la simbiosis, la hibridización, la endosimbiosis o la transferencia horizontal de genes e incluso infecciones a nivel genómico; la convergencia evolutiva, etc. (Allen *et al.*, 2019; Futuyma, 2017; Sosa *et al.*, 2018; Torres-Suárez, 2014). Lo cual pone en duda que los patrones de diversidad táxica puedan reflejar directamente la información de la historia evolutiva que aporta la diversidad filogenética.

Estas observaciones resaltan el papel que la información filogenética tiene para explicar los patrones de biodiversidad global y evaluar el futuro de la biodiversidad (Webb *et al.*, 2002).

En este estudio se evaluó la diversidad táxica y filogenética del género *Epidendrum* L. en dos ecosistemas, el cual nos permitirá determinar que debemos priorizar como sitios destinados a conservación; áreas con alta concentración de especies o áreas con alta diversidad filogenética.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

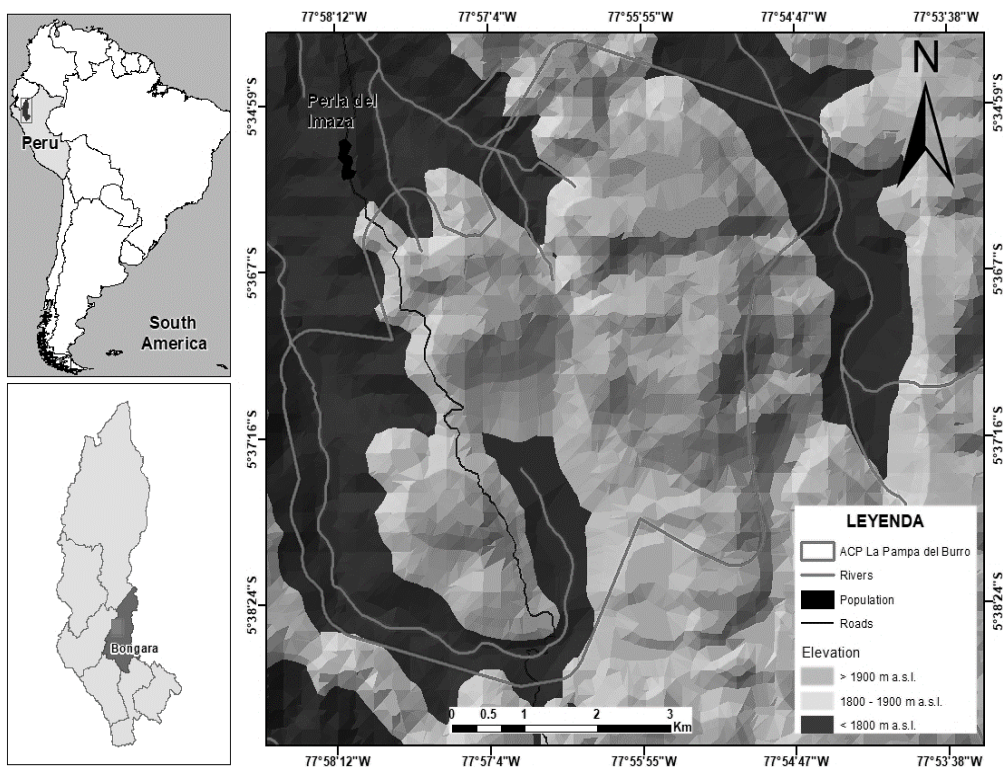
2.1. Metodología de campo

2.1.1. Localización del área de estudio

El trabajo de campo se realizó en 6 transectos del Área de Conservación Privada Pampa del Burro, el cual corresponde el 0.05% del área total, ubicada en el distrito de Yambrasbamba, provincia de Bongará, departamento de Amazonas, Comunidad Campesina de Perla del Imaza.

Figura 1.

Mapa de ubicación del área de estudio



Nota. El gráfico representa el mapa de ubicación del Área de Conservación Privada la Pampa del Burro (Coordenadas: 5° 36' 13.7" S 77° 59' 26.7" W). Delimita con el Bosque de Protección Alto Mayo, Santuario Nacional Cordillera de Colán, el Área de Conservación Privada Copallín, Abra Patricia y La Zona de Reserva Río Nieva.

2.1.2. Determinación de la diversidad de especies

a. Identificación de los ecosistemas

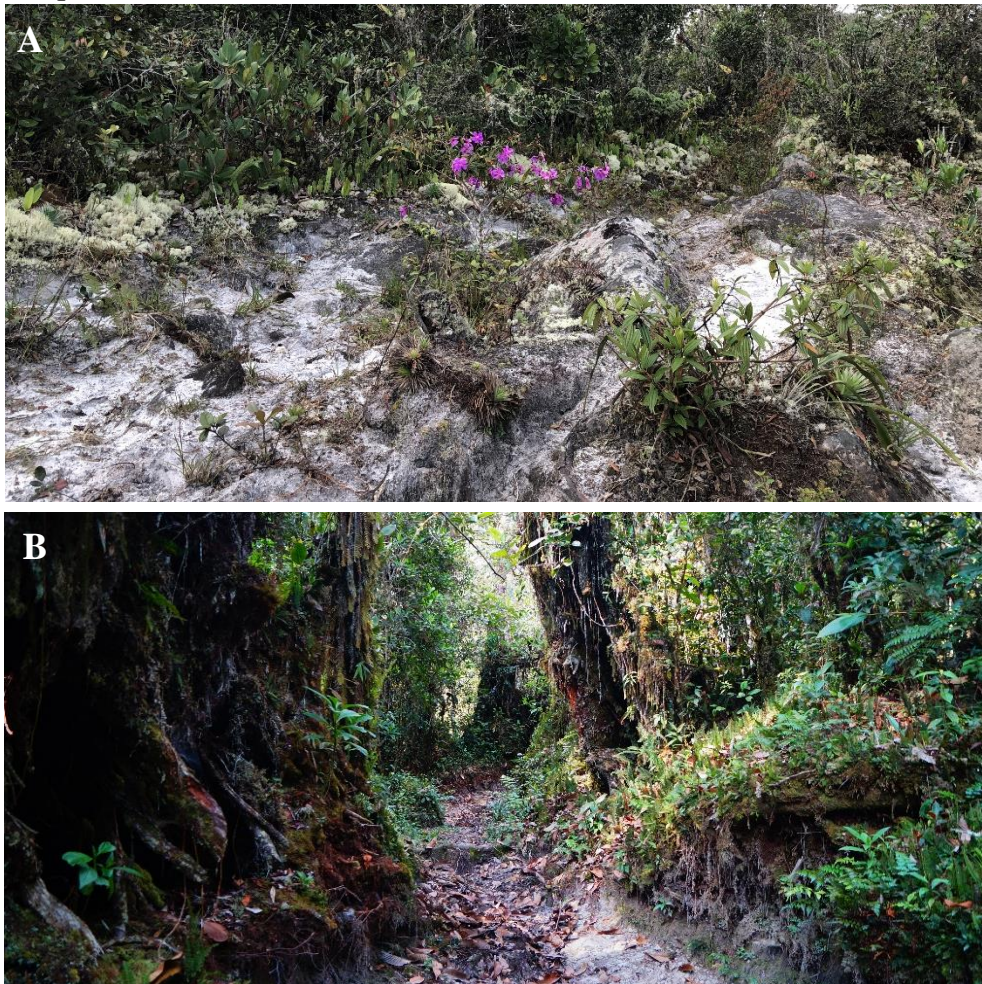
La identificación y ubicación de los ecosistemas se realizó bajo criterios realizada por (Shanee *et al.*, 2012). Se georreferenció y se tomaron datos como la altitud y datos con respecto al tipo de cobertura vegetal. Los ecosistemas estudiados fueron:

El bosque de arena blanca:

Ecosistema de suelos arenosos, caracterizado por su vegetación escleromórfica con especies de tallos delgados de baja a mediana estatura (Gentry, 1977). La fisonomía de estos bosques puede variar desde bosques enanos con alta cobertura herbácea hasta bosques altos con dosel cerrado. Algunas especies más frecuentes son las palmas, las melastomatáceas y los helechos (Medina *et al.*, 1990; Zárate *et al.*, 2006).

Figura 2.

Bosques de arena blanca



Nota. A) Bosque enano con cobertura herbácea, B) Bosque alto con cobertura cerrada.

Bosque montano húmedo:

Ecosistema también conocido como Bosque Nublado o Bosque Montano (Brack, 1981). Se caracteriza por los bosque denso con dosel cerrado, muy húmedo, con abundante presencia de musgo y material orgánico (Holdrige, 1967). Estos bosques se forman por las condiciones siempre húmedas del lado oriental de la Cordillera de los Andes debido a la influencia de los vientos

alisios. Presenta una flora y fauna característica de las Yungas con gran cantidad de endemismos. Los árboles pueden alcanzar hasta 40 m de altura.

Figura 3.

Bosques húmedos o muy húmedos



Nota. A) Bosque denso con predominancia de materia orgánica, B) Especie de *Epidendrum* creciendo sobre un árbol de *Nectandra* sp.

b. Colecta y registro de los ejemplares

La colecta se realizó mediante recorridos en las diferentes zonas de interés siguiendo la metodología de (Moscoso *et al.*, 2003; Damián & Mitidieri, 2020; Foster *et al.*, 1995), el cual permitió de un modo práctico y rápido comparar la composición y diversidad para diferentes hábitats y tipos de

plantas. Para el presente estudio se trabajó en dos ecosistemas, para la toma de datos se establecieron 6 transectos lineales por ecosistema, cada transecto lineal tuvo una extensión de 1000 m., la evaluación se realizó cada 10 metros dentro del transecto donde se estableció un punto para la búsqueda de las diferentes especies en un radio de 5 m., en las que se registraron todas las especies presentes.

Se censaron todos los individuos en cada transecto lineal, donde se incluyó el recuento de los especímenes registrados en los diferentes hábitos terrestre, epifito y litófitos (Phillips *et al.*, 2001). La información fue recogida en formatos previamente elaborados, donde se registraron; código de colecta, transecto, punto de colecta, datos botánicos como: tipo de unidad vegetal, la estación de evaluación, genero/especie, nombre científico, fenología, forma de crecimiento y nombre local, información geográfica (localidad, coordenadas geográficas, elevación), y atributos de la planta (hábito, tamaño, coloración y olor floral).

Se realizó la colecta botánica de 2 individuos por especie, para ser herborizados, algunas flores o inflorescencias fueron preservados en solución de alcohol con agua y glicerina, para realizar la correcta identificación y descripción en laboratorio. Paralelo a ello se colectaron fragmentos de tejido (hojas) para la extracción de ADN.

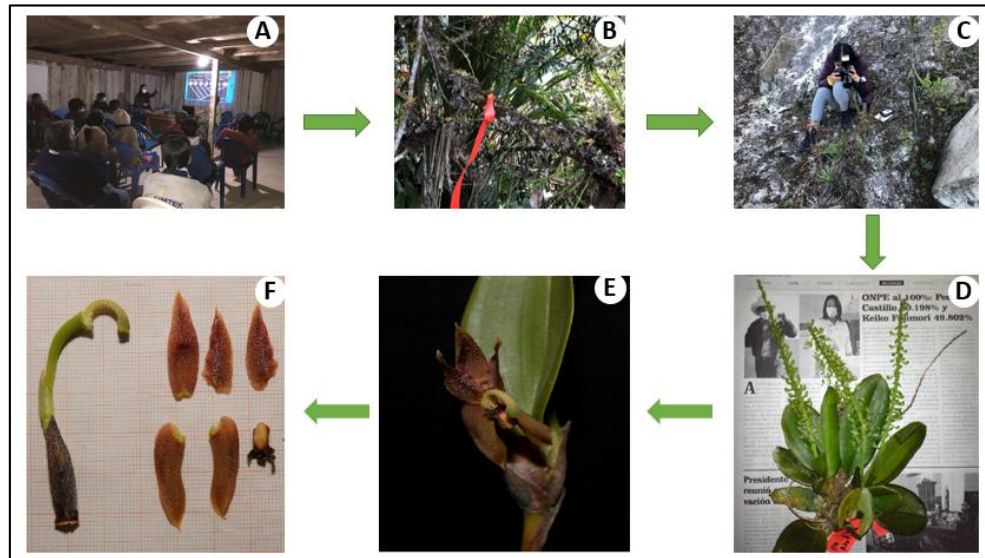
Los especímenes colectados fueron prensados, secados, herborizados y depositados en el Herbario de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (KUELAP) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Antes que las muestras sean herborizadas se tomaron fotos descriptivas para armar la lámina taxonómica tipo Lankester, remarcando los atributos o caracteres distintivos o diagnósticos para cada especie.

La información de todos los ejemplares colectados fue incorporada en la base de datos establecida del Herbario (KUELAP).

Figura 4.

Proceso de registro y colecta de los ejemplares



Nota: A) Solicitud de permiso para la exploración en el Área de Conservación Privada “Pampa del Burro”, B) Delimitaciones de las áreas a colectar, C) Registro fotográfico, D) Colecta y etiquetado de los ejemplares, E y F) Diseción y registro fotográfico tipo Lankester.

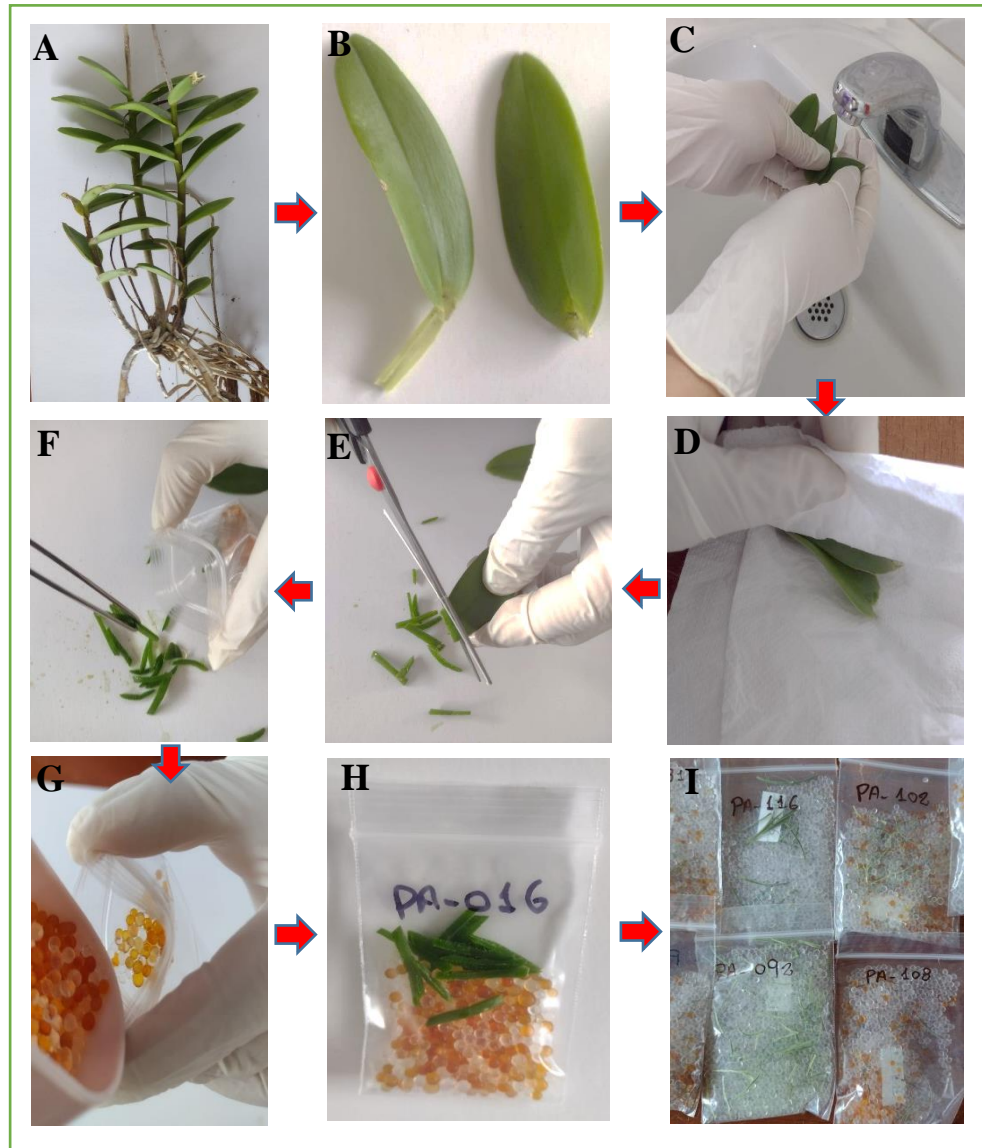
c. Colecta de las muestras para ADN

La colecta de las muestras y su manejo adecuado son indispensables para una extracción de ADN exitoso. Una colecta y manejo apropiado de la muestra permite obtener ADN íntegro y sin contaminantes, los cuales afectan la acción de las enzimas durante la reacción de PCR. Para el siguiente estudio se colectaron tejidos jóvenes ya que contienen más células por unidad de peso que el tejido viejo y poseen menos polisacáridos y polifenoles que dificultan la extracción. Una vez colectado el tejido, se lavó la hoja con agua y jabón, poniendo atención en la remoción de polvo, polen, suelo y también de epifitas, con el fin de minimizar la posibilidad de contaminación con ADN ajeno a la muestra de interés. La hoja lavada se secó con servilleta de papel y posteriormente se cortó en pequeñas tiritas, así mismo se separó la epidermis, evitando en lo posible el tejido parenquimático, para maximizar la rápida deshidratación. Para evitar la contaminación cruzada, las tijeras fueron limpiadas cuidadosamente con agua y alcohol. Las muestras fueron debidamente etiquetadas y registradas. Finalmente, las muestras se cubrieron con sílica gel y se aseguró que queden completamente cerrados. Las muestras

fueron conservadas en un ambiente adecuado, monitoreando constantemente que estén secas y no haya presencia de humedad para posteriormente llevar al laboratorio para el proceso de extracción de ADN.

Figura 5.

Proceso de selección y extracción de muestras para ADN



Nota. A) Colecta y registro de las especies B) Selección de los tejidos (hojas) C) Lavado de las hojas con agua y jabón D) Secado de las hojas con papel toalla E) Corte de las hojas en fragmentos delgados F) Se coloca las fibras en una bolsa tipo ziploc G) Se cubre la muestra con sílica gel con indicador de humedad H) Codificación y registro de las muestras I) Conservación de los tejidos.

2.2. Metodología de gabinete

2.2.1. Secado de las muestras

Las muestras prensadas fueron trasladadas al Herbario de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (KUELAP)-UNTRM. Dichas muestras fueron puestas a secar en una estufa a 40°C por un periodo de 7 días, posterior a ello fueron colocados en un congelador a -10°C por 3 días, una vez las muestras completamente desinfectadas fueron identificadas, montadas y etiquetadas.

2.2.2. Identificación y descripción

La identificación y descripción de las especies se basaron en los registros fotográficos, flores conservadas en alcohol al 70% y muestras secas que fueron depositadas en el Herbario KUELAP, con código de depósito (1115, 1126, 1142, 1177, 1218, 1222, 1232, 1235, 1239, 1240, 2507, 2523, 2524, 2530).

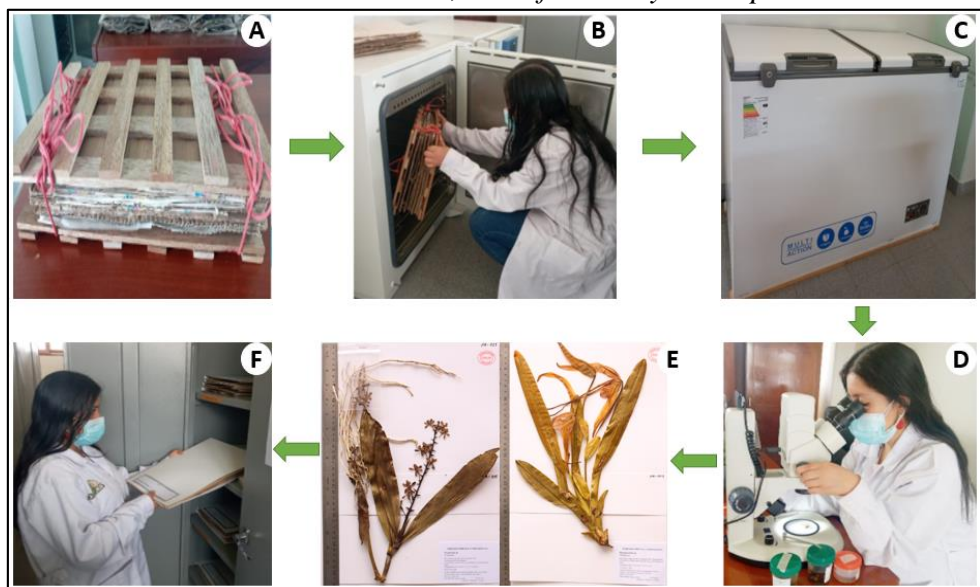
Para la identificación taxonómica de las distintas especies, primero se ubicó cada espécimen en el grupo correspondiente dentro del género *Epidendrum* según la clave inédita desarrollada por Hágsater y Santiago (Hágsater, 2005), y luego se identificó tentativamente la especie dentro del grupo. Con una primera identificación tentativa, se realizó una búsqueda de ilustraciones, láminas y descripciones publicadas en las diversas series del Género *Epidendrum* en Icones Orchidacearum (Hágsater *et al.*, 1999-2022), Icones Orchidacearum Peruvianarum (Christenson, 1993-2001) e Icones Plantarum Tropicarum en las dos series (Dodson *et al.* 1980-1985; Dodson *et al.* 1990). Además se realizaron búsquedas en AMODATA, la base de datos del Herbario AMO (Sánchez, 2009), donde se encuentran alojados unos 150 mil registros fotográficos digitales de imágenes digitales a color tomadas en campo, así como ejemplares de herbario fotografiados desde 1976 en el herbaria de Estados Unidos, Europa y América tropical, en busca de especímenes bajo el nombre preliminar o de la región geográfica pertinente, para identificar posibles especímenes de la misma entidad, muchas veces mal identificados. Los herbarios para los cuales se encontró material de *Epidendrum* incluyen AAU, AMES, AMO, ANDES, B (Fotografías tomadas antes de su destrucción), BM, BR, BRIT, C, CAS. CHAX, CM, COL, CPUN,

CTES, CUVC, CUZ, E, ENCB, F, FI, G, GH, GOET, HAO, HB, HBG, HCEN, HNOP, HOXA, HURP, HUSA, HUT, INPA, ITA, K, KUELAP, NY, OXF, P, PR, PRC, PRG, R, RENZ, S, SEL, TEX, TNS, UC, UFV, US, USF, USM, VEN, W, WIS y WRSL Se encontraron un total de 13.593 artículos para Perú y otros 21.920 para Ecuador.

La determinación final de cada especie lo realizaron los expertos botánicos en el género *Epidendrum*; Eric Hágsater Gartenberg y Elizabeth Santiago Ayala.

Figura 6.

Proceso de secado de las muestras, identificación y descripción



Nota: A) Prensado de las muestras, B) Secado de las muestras en una estufa a 40°C, C) Desinfección de las muestras en una congeladora a -10°C, D) Identificación de las muestras botánicas E) Muestras montadas y etiquetadas, F) Conservación de las muestras en el catálogo.

2.3. Metodología de laboratorio

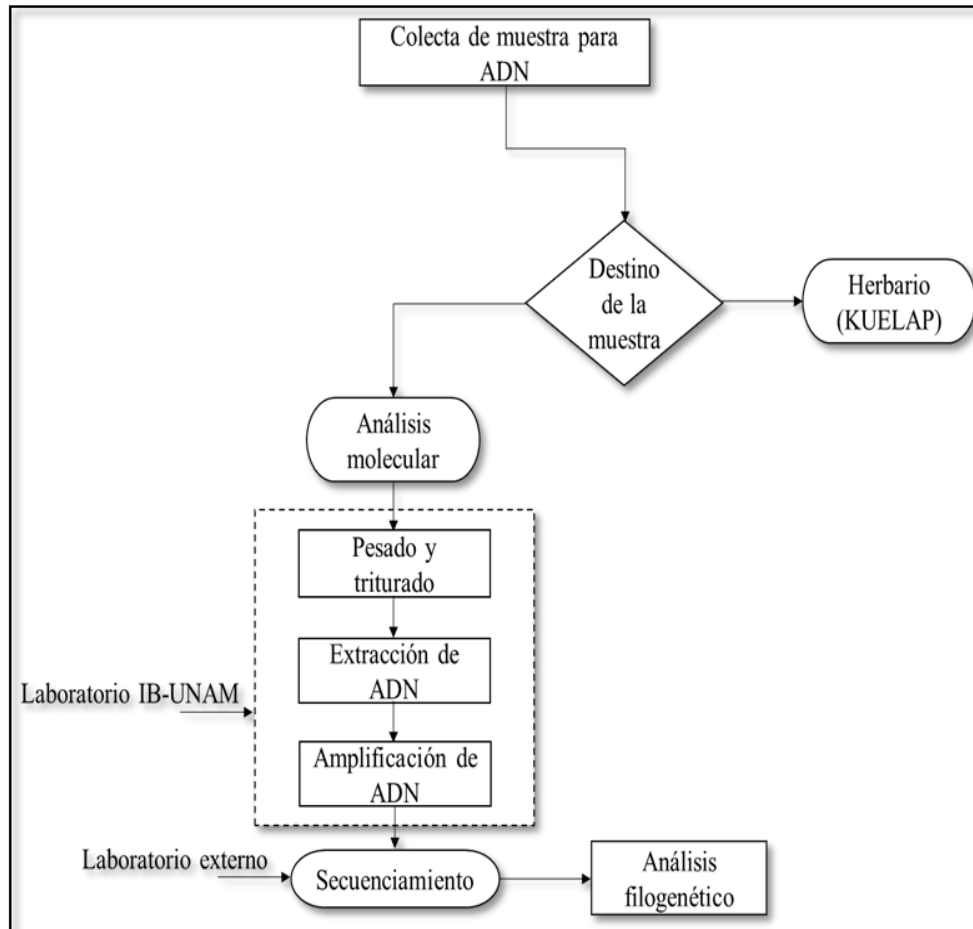
2.3.1. Métodos moleculares

La etapa de extracción y amplificación se realizó en el Laboratorio de Sistemática Molecular del Departamento de Botánica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el

que se contó con el asesoramiento de diversos especialistas para cada etapa del estudio molecular.

Figura 7.

Flujograma general del análisis molecular



Nota. En la figura se detalla el proceso para análisis molecular; las muestras conservadas en sílica gel fueron enviadas al laboratorio del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde se realizó el proceso de Triturado, extracción y amplificación de ADN, posteriormente fueron enviadas a un laboratorio externo para el proceso de secuenciamiento.

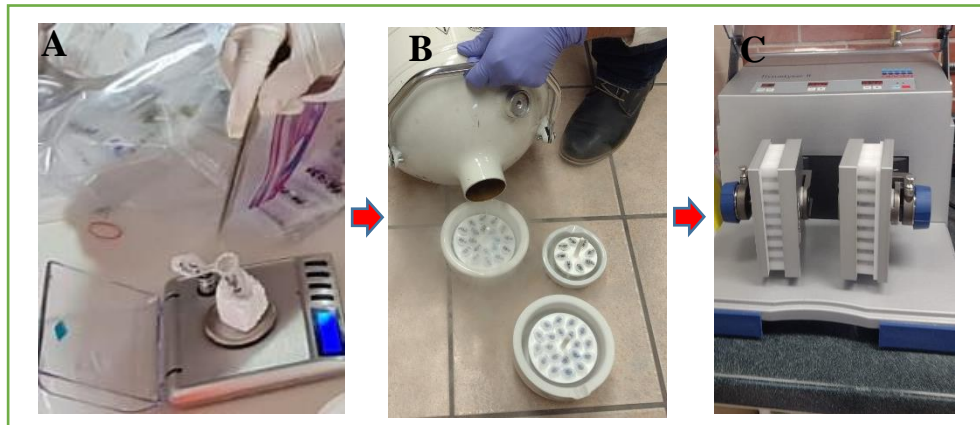
a. Pesado y triturado de las muestras

Los fragmentos fueron separados de la sílica gel y posteriormente pesados (14 a 16 mg.) las que luego fueron colocadas en tubos de 1.5ml. Debidamente codificados (con balines de plomo) para ser sometidas a un proceso de trituración, que consistió en dejar las muestras en nitrógeno líquido, dentro de un mortero de porcelana.

Una vez que el nitrógeno se evaporó se colocaron los tubos en un dispositivo electrónico, conocido como homogenizador Tissuelyser LT (Qiagen), donde las muestras fueron trituradas hasta obtener un polvo.

Figura 8.

Proceso de pesado y triturado de las muestras



Nota. A) Pesado de las muestras (14-16mg.) B) Muestras sumergidas en nitrógeno líquido. C) Trituración de las muestras con el homogenizador Tissuelyser LT.

b. Extracción de ADN

Para este proceso se trabajó con un kit comercial Plant Dneasy (Quiagen) siguiendo la metodología de (Salazar *et al.*, 2003, 2009, 2014, 2018).

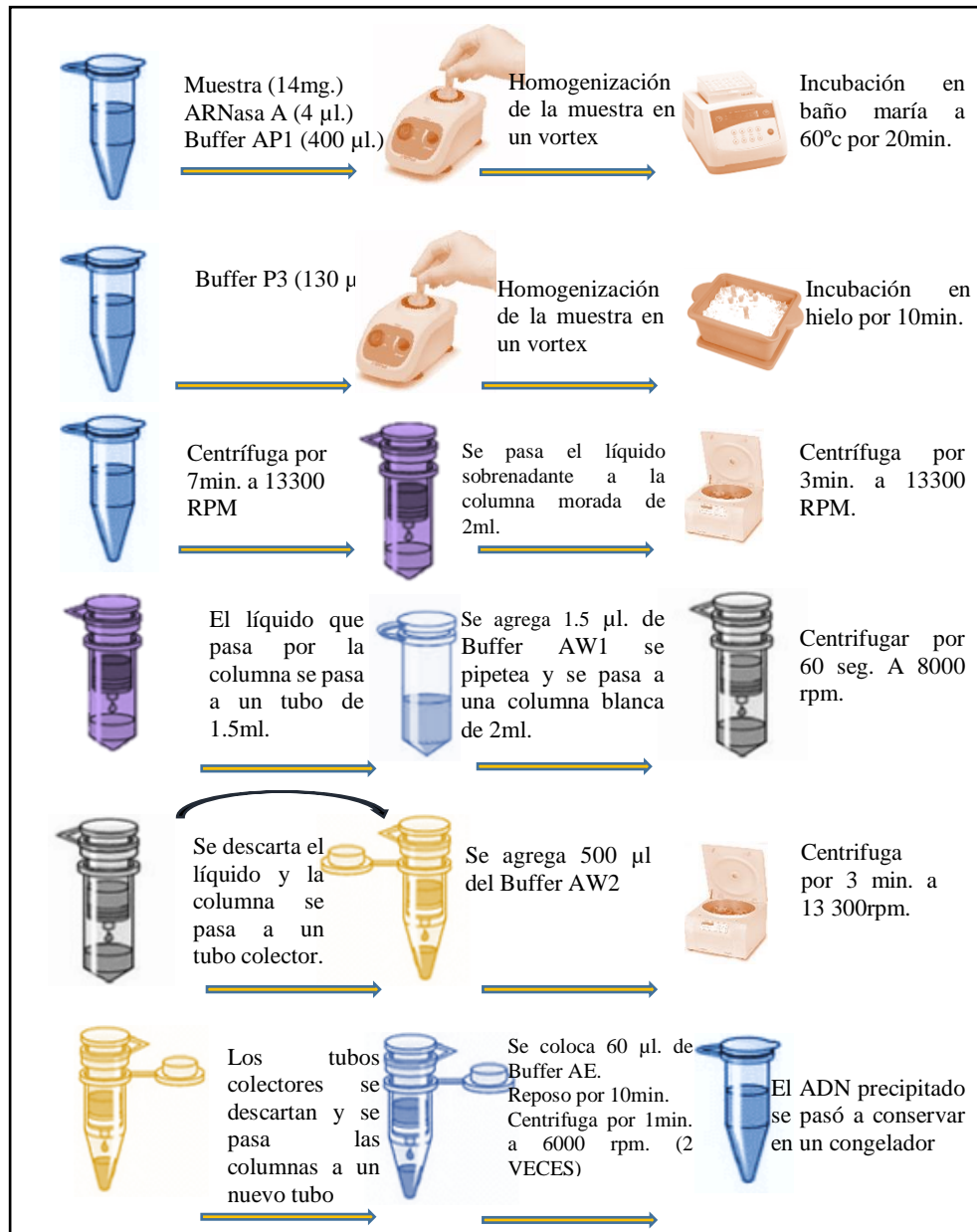
- Con ayuda de una pipeta se procedió a agregar 4 μl de solución madre de ARNasa A (100 mg/ml) y 400 μl del Buffer AP1.
- Sellamos bien los tubos y se colocó en un vortex para homogenizar las soluciones con la muestra.
- Posteriormente se colocó los tubos en una gradillas flotantes y la mezcla se incubó durante 20 min a 60°C. en un Baño María (BIOBASE). Durante este proceso se procedió a mezclar cada 5 min. Invirtiendo el tubo.
- Al término de los 20 min. se pasó a retirar los tubos y colocar en una gradilla sólida, se agregó 130 μl de Buffer P3, se mezcló en un vortex y se

pasó a incubar durante 10 min en hielo. (Este paso precipita detergente, proteínas y polisacáridos).

- Pasado los 10 min. en el hielo, los tubos se colocaron en una centrifuga durante 7 min a 13 300 rpm.
- Se retiraron los tubos de la centrífuga y con una micropipeta la fase líquida o sobrenadante se pasó a unas columnas moradas (QIAshredder Mini de 2ml). Se volvió a colocar a una centrífuga por un periodo de tiempo de 3 min. a 13 300 rpm.
- Luego que se obtiene el líquido pasado por la columna se procedió a pasar a un tubo de 1.5ml. siguiendo la codificación correctamente y la columna morada fue descartada.
- Se procedió a agregar 1.5 μ l del Buffer AW1y se mezcló con la micropipeta.
- Paralelo a ello se codificaron las columnas blancas y la mezcla del paso anterior se depositaron en dicha columna, seguido se procedió a centrifugar por 60 seg. A 8000 rpm.
- Se descartó el líquido que se precipitó y las columnas fueron colocadas en nuevos tubos colectores y se agregó 500 μ l del Buffer AW2 y se procedió a centrifugar por 3min. a 13 300rpm.
- Los tubos colectores fueron descartados y las columnas se pasan a colocar en un tubo colector de ADN.
- Luego se procedió a colocar 60 μ l. de Buffer AE directo a la columna y se colocó en reposo por 10min. luego se procede a centrifugar por 1min. a 6000 rpm. (Este procedimiento se repitió una vez más) y el ADN precipitado se pasó a sellar y codificar y finalmente a conservar en una congeladora a -20°C.

Figura 9.

Proceso de extracción de ADN



Nota. Proceso de extracción de ADN utilizando la metodología estandarizada por el Plant Dneasy (Quiagen) con algunas modificaciones para la extracción de ADN en la familia Orchidaceae.

c. Electroforesis

Preparación del gel: En un vaso de pyrex se agregó 0.5gr. de agarosa y 50ml. De TBE. Luego se colocó en un microondas por 30 seg. Pasado ese tiempo se retiró y se procedió a agitar (este procedimiento se repitió 3 veces) hasta que la agarosa se homogenice con el agua.

Una vez que la muestra ya se homogenizó correctamente se dejó enfriar y se colocó 5 µl del colorante (Smart Glow), finalmente se colocan las peinetas y se deja sobre una charola por 15min.

Preparación de la cámara electroforesis: En la cámara se colocó el Buffer TBE 1X y 5 µl del colorante (Smart Glow) y se procedió a colocar el gel dentro de la cámara y se retiraron las peinetas.

Preparación de la muestra: En un parafilm con ayuda de una micropipeta se colocó 2 µl de colorante (LB Safe Green) y se combinó con 2 µl de ADN, se mezcla y se pasó a colocar en un pocillo del gel. (Se repitió el mismo procedimiento para todas las muestras)

Una vez cargado todos los pocillos se procedió a prender la cámara electroforesis a 50V. Por 45min. Pasado ese tiempo se procedió a ver la calidad del ADN.

d. Amplificación de ADN

El gen fue amplificado usando reactivos en la siguiente mezcla de reacción según la metodología de (Salazar *et al.*, 2003, 2009, 2014, 2018).

Marcador molecular: ITS

vol. ADN: 0.3 µL

Tabla 01.

Gen ITS

Cálculo de la reacción (12.5 uL):	
H ₂ O	9.4375 µl
10×	1.25 µl
BSA	0.5 µl
Dntp	0.25 µl
F	0.125 µl
R	0.125 µl
MgCl ₂	0.25 µl
DMSO	0.5 µl
Taq	0.0625 µl

Nota. Se muestra la mezcla del gen ITS para la PCR

El protocolo de PCR para el gen ITS empleado cumplió con los siguientes parámetros para uso del termociclador:

Tabla 02.

Parámetros del termociclador

Detalles del programa		
Desnaturalización	94C°	2 min
Desnaturalización	94C°	30 seg
“Annealing”	50C°	30 seg
Extensión	72C°	30 seg
Extensión final	72C°	7 min
Número de ciclos	30	

Nota. Se muestra los parámetros de temperatura y tiempo del termociclador para cada etapa del proceso de PCR.

Los resultados de la PCR fueron corridos mediante la técnica de electroforesis en geles de 0.5gr. de agarosa más 50ml. de TBE durante 45 minutos a 50 voltios; para luego ser purificados utilizando el kit de limpieza (QUIAGEN) de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Las secuencias fueron enviadas a secuenciar comercialmente.

Los primers empleados para el gen ITS fueron: AB101 y AB102.

2.4. Análisis de datos

La información registrada fue organizada y procesada con Microsoft Excel 2013, para estimar alfa diversidad, se empleó los índices de diversidad de Simpson, Shannon y α Fisher, los cuáles fueron procesados en el software Past v. 4. Así mismo se calcularon los índices de equitatividad, el cual muestra el nivel de similitud en la distribución de las especies. Además se calculó el Alpha de Fisher y el índice de Simpson, los cuales establecen la posibilidad de que los individuos elegidos pertenezcan a la misma especie. Finalmente se confrontó la diversidad entre ecosistemas expresados en especie/individuo, empenado el análisis de rarefacción.

Para estimar la beta diversidad, se empleó los Índices de Sorensen y Jaccard. Para conocer la variabilidad en la diversidad de especies en los ecosistemas se generó un dendrograma de similaridad acorde al índice de Morisita.

Para el análisis filogenético las secuencias se alinearon en una matriz para la obtención de patrones filogenéticos y la formación de los árboles, para lo cual se empleó el software Geneious Prime V.2020. La diversidad filogenética se calculó a través de la suma de la distancia entre las ramas de las especies en un árbol de máxima verosimilitud ultrametrizado, con el índice de PD. Los que fueron calculados en el software R. v.3.3.

III. RESULTADOS

3.1. Determinación de la diversidad táxica de especies del género *Epidendrum* L. (Orchidaceae).

3.1.1. Composición

En los ecosistemas evaluados se determinaron 14 especies del género *Epidendrum*, (Fig. 10). El 45.4% registrados para el bosque montano húmedo y el 54.6% registrados para el bosque de arena blanca (Fig. 11).

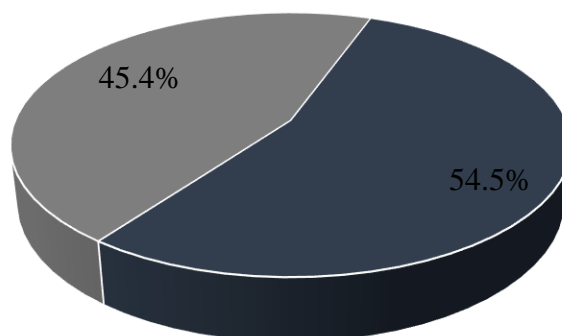
Figura 10.

Especies registradas de Epidendrum L.



Nota. Lámina de especies registradas en los bosques de arena blanca y bosques húmedos. **A.** *Epidendrum acrobatesii*, **B.** *E. aggregatum*, **C.** *E. blepharistes*, **D.** *E. calantum*, **E.** *E. clavadista*, **F.** *E. cryptorhachis*, **G.** *E. fimbriatum*, **H.** *E. ochrostachyum*, **I.** *E. parvireflexilobum*, **J.** *E. rauhii*, **K.** *E. rugulosum*, **L.** *E. secundum*, **M.** *E. tridens*, **N.** *E. vinosum*.

Figura 11.
Porcentaje de especies por ecosistema



■ Bosque de arena blanca ■ Bosque montano húmedo

Nota. El gráfico representa el porcentaje de especies colectadas por ecosistema: 45.4% para el bosque montano húmedo y 54.5% para el bosque de arena blanca.

Tabla 3.
Especies registradas para cada ecosistema

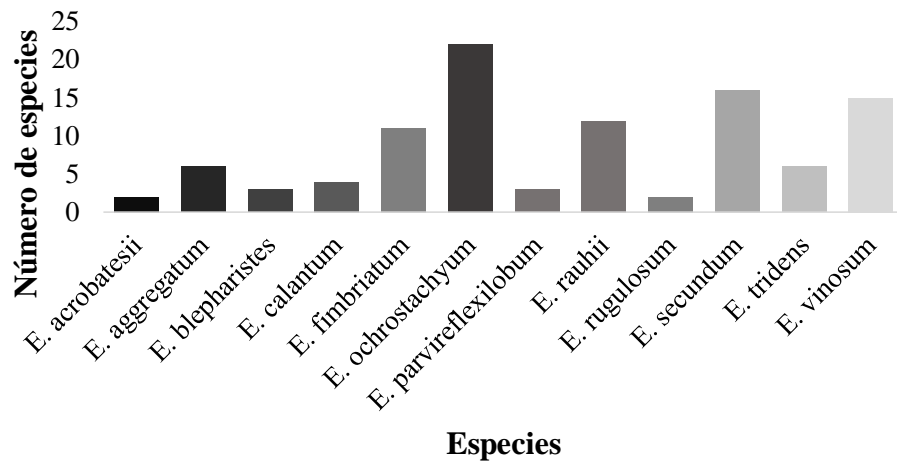
Familia	Género/Especie	Bosque de arena blanca	Bosque húmedo
Orchidaceae	<i>Epidendrum acrobatesii</i>	P	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum aggregatum</i>	P	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum blepharistes</i>	P	A
Orchidaceae	<i>Epidendrum calantum</i>	P	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum clavadista</i>	A	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum cryptorhachis</i>	A	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum fimbriatum</i>	P	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum ochrostachyum</i>	P	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum parvireflexilobum</i>	P	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum rauhii</i>	P	A
Orchidaceae	<i>Epidendrum rugulosum</i>	P	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum secundum</i>	P	A
Orchidaceae	<i>Epidendrum tridens</i>	P	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum vinosum</i>	P	A

Nota. En la tabla se muestra las especies registradas para ambos ecosistemas donde: (A) representa Ausencia y (P) representa Presencia de las especies.

La especie más representativa en los bosques de arena blanca fue *Epidendrum ochrostachyum* con 22 individuos seguido por *Epidendrum secundum* con 16 individuos (Fig. 12).

Figura 12.

Especies registradas en el bosque de arena blanca

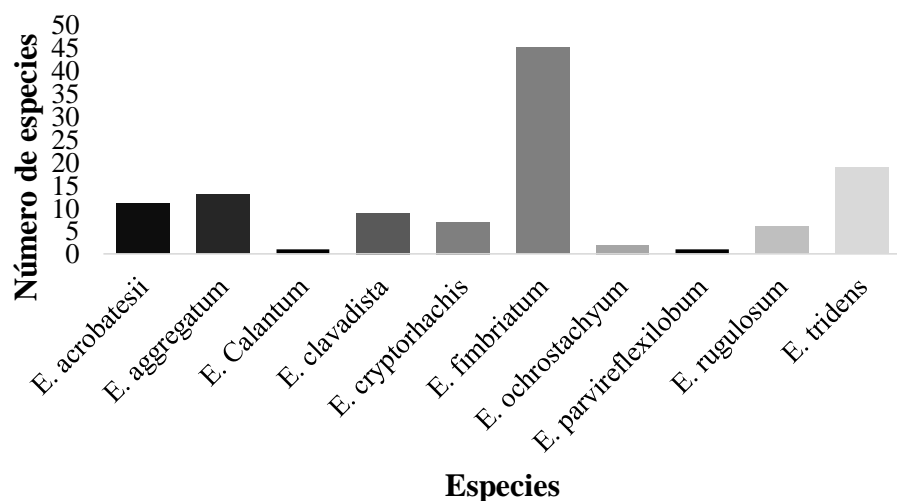


Nota. El gráfico representa el número de individuos registrados por especie para el bosque de arena blanca.

La especie más representativa en los bosques húmedos fue *Epidendrum fimbriatum* con 45 individuos seguido por *Epidendrum tridens* con 19 individuos (Fig. 13).

Figura 13.

Especies registradas en el bosque montano húmedo



Nota. El gráfico representa el número de individuos registrados por especie para el bosque montano húmedo.

3.1.2. Índice de diversidad Alfa

Con base en los índices de diversidad utilizados (α Fisher, Simpson, Shannon), se infiere que el bosque de arena blanca es el ecosistema más diverso en comparación con el bosque húmedo montano (Tabla 4). El índice de Shannon-Wiener muestra que el bosque de arena blanca alcanza valores de 2, por lo cual se considera que las especies en este ecosistema son homogéneas en su distribución de individuos entre especies, mientras que en los bosques húmedos de montaña los valores son menos de 2 indicando un bajo nivel de diversidad.

En cuanto a la dominancia de especies fue mayor en los bosques húmedos en comparación a los bosques de arena blanca, dado que para este índice los valores que son más cercanos a uno muestran la dominancia de una especie sobre otra, esto significa que las especies en el bosque montano húmedo no son equitativas en términos de diversidad, el cual se expresa en la diferencia de abundancia entre las especies, en la Fig. 13 podemos ver a *E. fimbriatum* con una gran dominancia lo que genera una desproporción en los individuos, lo que hace que haya un desequilibrio, es decir esta especie no se está comportando de una manera equitativa.

Así mismo en el índice de Equitatividad se puede apreciar que el bosque montano húmedo presenta un índice de dominancia mayor al bosque de arena blanca ya que la equitatividad se acerca a cero lo que indica que existe una especie que domina sobre las demás en la comunidad, mientras que en el bosque de arena blanca su valor se acerca a 1 lo que indica que las especies comparten abundancias similares (tabla 4).

Tabla 4.

Índices de diversidad alfa de especies de Epidendrum L. en dos ecosistemas

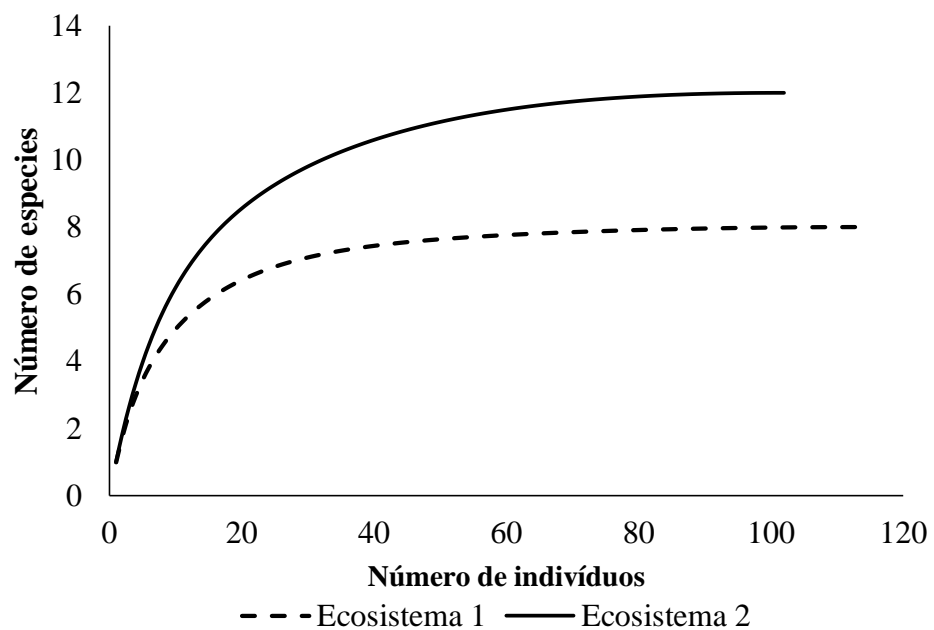
índice	Bosque montano húmedo	Bosque de arena blanca
Dominancia	0.2122	0.1206
Shannon H	1.859	2.271
Simpson	0.7878	0.8794
Equitatividad	0.8074	0.914
Alfa Fisher	2.64	3.533

Nota. Esta tabla muestra los índices calculados para cada ecosistema

Al contrastar la diversidad de los ecosistemas expresados como especie/individuo entre los dos ecosistemas, se encontró una diferencia significativa. La curva de rarefacción o declinación por individuos, demuestra que el bosque de arena blanca es más diverso, ya que en este ecosistema se registró un mayor número de especies requiriendo menos individuos, mientras que el bosque montano húmedo tiene más individuos pero menos especies (Fig. 14).

Figura 14.

Curvas de rarefacción basadas en individuos



Nota. El gráfico representa las curvas de rarefacción basadas en individuos para el bosque montano húmedo (Ecosistema 1) y bosque de arena blanca (Ecosistema 2).

3.1.3. Índice de diversidad beta

Conforme al índice de similitud de Jaccard, el bosque de arena blanca y el bosque montano húmedo muestran semejanzas en la diversidad de especies de *Epidendrum* en un 42.5%, mientras que para el índice de Sorensen estos dos ecosistemas son parecidos en un 54.5%, lo que indica que las áreas muestran cierto grado de diferencia en los ambientes. Ambos factores cualitativos mostraron la misma tendencia, reflejando una diversidad moderada compartida entre ambos ecosistemas.

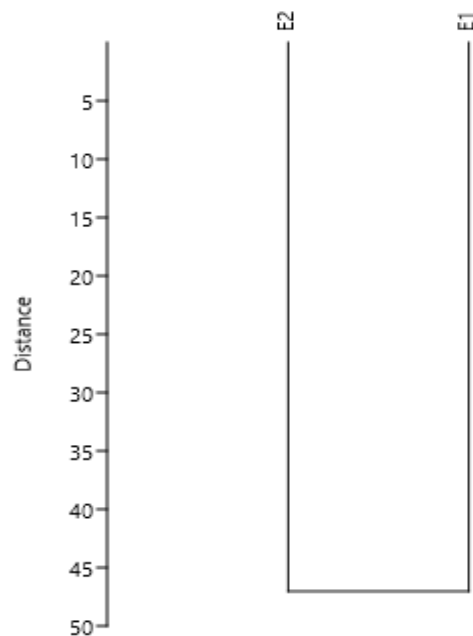
Así mismo el dendrograma de similaridad separa a los ecosistemas en un 47% de similitud, concordando con los resultados obtenidos para los índices de diversidad beta (Fig. 15).

Los bosques de arena blanca y el bosque montano húmedo comparten 8 especies exclusivas entre estos dos ecosistemas; *Epidendrum acrobatesii*, *Epidendrum aggregatum*, *Epidendrum calantum*, *Epidendrum fimbriatum*, *Epidendrum ochrostachyum*, *Epidendrum parvireflexilobum*, *Epidendrum rugulosum* y *Epidendrum secundum*.

Se reportaron 4 especies exclusivas para el bosque de arena blanca, dentro de las cuales *Epidendrum secundum* y *Epidendrum vinosum* alcanzaron mayor representatividad con 16 y 15 individuos respectivamente. Para el bosque montano húmedo se registraron 2 especies distintas; *Epidendrum clavadista* y *Epidendrum cryptorhachis* con 9 y 7 individuos respectivamente.

Figura 15.

Dendrograma de similaridad basado en el índice de Morisita



Nota; **E1**: Bosque montano húmedo, **E2**: Bosque de arena blanca.

3.2. Determinación de la diversidad filogenética de especies del género *Epidendrum* L.

3.2.1. Análisis filogenéticos

Se obtuvo un árbol de máxima verosimilitud ultrametrizado con las 14 especies tratadas en este trabajo (Fig. 16), las longitudes de rama son equivalentes a la probabilidad de cambio dada por el tiempo y tasas de sustitución. Se observan de verde las especies presentes en el bosque montano húmedo, de rojo las especies presentes en el bosque de arena blanca, de negro especies compartidas entre los ecosistemas y azul las especies externas al grupo. Según el índice de Phylosor la cantidad de ramas que se comparten entre las especies que hay en el ecosistema 1 y 2, existe una similitud de 80%, es decir hay muchas longitudes compartidas y la cantidad de longitud de ramas que hace que se diferencien es del 20%.

La diversidad filogenética (DF) del bosque montano húmedo fue de 2.299999, en cambio la DF del bosque de arena blanca fue de 2.349998, encontrando una correlación positiva alta. Cabe indicar que para estimar estos valores se empleó el paquete Picante.

El aporte filogenética por especie en el bosque montano húmedo fue de 23% y el aporte filogenética por especie en el bosque de arena blanca fue de 20%, por lo tanto se puede inferir que en el ecosistema de bosque montano húmedo hay mayor diversidad filogenética por especie.

Aunque en el bosque de arena blanca existe un mayor número de especies la diversidad filogenética es menor.

Tabla 5.

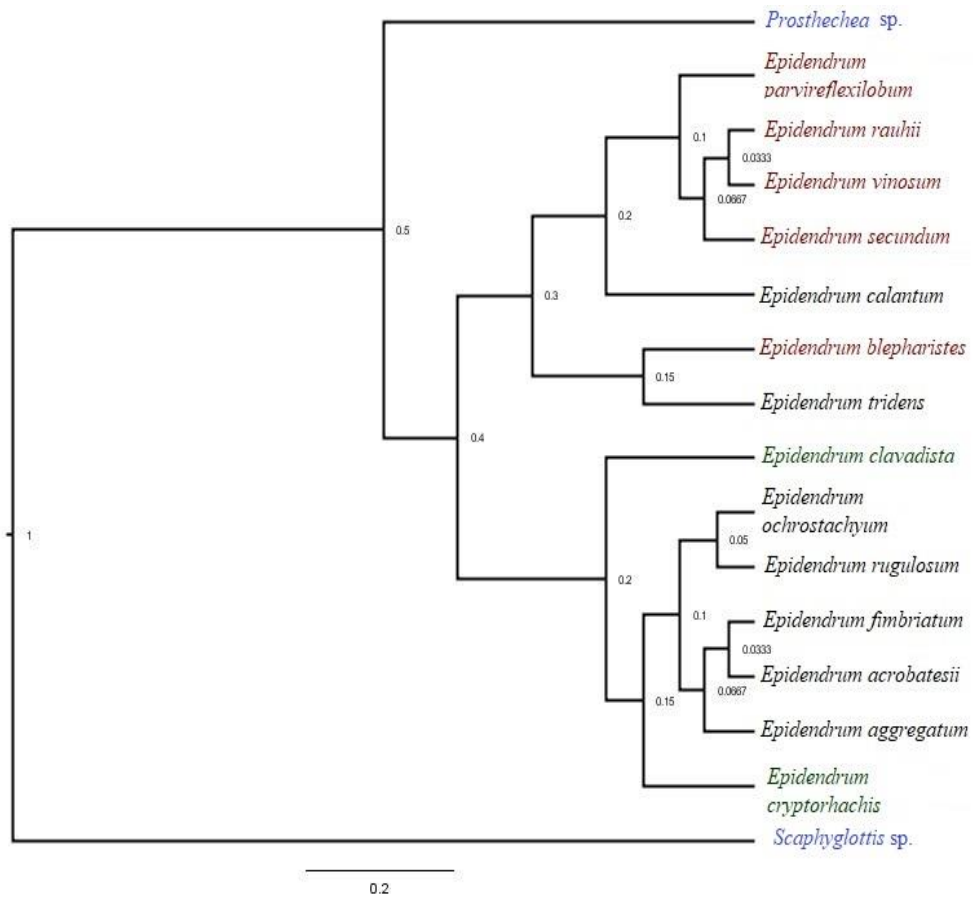
Índices de diversidad filogenética

índice	Bosque montano húmedo	Bosque de arena blanca
DF	2.299999	2.349998
DF/DT	0.23	0.20
Phylosor	0.8028676	

Nota. Esta tabla muestra los índices calculados para cada ecosistema donde; DF (Diversidad filogenética), DT (Diversidad tóxica).

Figura 16.

Árbol filogenético concatenado de las especies de Epidendrum L.



Nota. El gráfico muestra al árbol de máxima verosimilitud ultrametrizado.

La diversidad filogenética es una métrica que tiene como objetivo principal medir la biodiversidad tomando en cuenta el factor evolutivo, es decir, la diversidad de características que las especies han adquirido con el paso del tiempo. Toma como referencia las relaciones filogenéticas entre las especies y cuantifica el grado de diferenciación que existe entre éstas (May, 1990; Vane-Wright, 1991).

Al concatenar el árbol filogenético se asignó un valor diferencial a cada clado de acuerdo a la posición que tienen. De esta manera, cada especie aporta un valor y la diversidad filogenética está dada por la sumatoria de estos valores de acuerdo a las especies presentes en cada ecosistema.

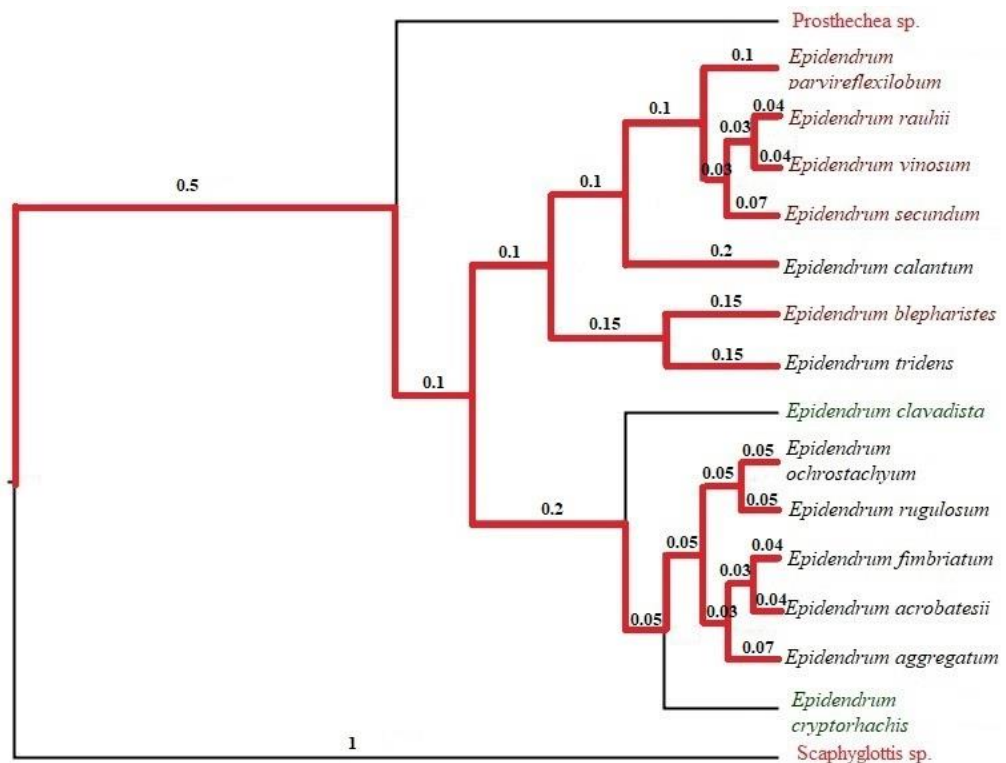
El componente evolutivo se evaluó mediante la sumatoria de las ramas de una filogenia de las especies presentes en cada ecosistema

En la figura 17 se muestra el árbol filogenético del ecosistema de bosque de arena blanca, los valores de cada una de las ramas indican el tiempo de divergencia evolutiva que tienen las especies en referencia al ancestro en común más cercano.

Este ecosistema alberga 12 especies por lo tanto, para calcular la diversidad filogenética de este ecosistema, se sumó la longitud de las ramas marcadas en rojo, las cuales conectan a los 12 taxones desde la base del árbol hasta las ramas terminales. Al sumar la longitud de las ramas evolutivas del bosque de arena blanca se obtuvo una sumatoria de 2.47 Mya.

Figura 17.

Árbol filogenético para las especies del género Epidendrum ubicados el bosque de arena blanca



Nota. Las líneas rojas muestran las ramas evolutivas que conectan a las especies dentro del ecosistema, los valores de cada rama indican los valores de divergencia evolutiva de cada especie.

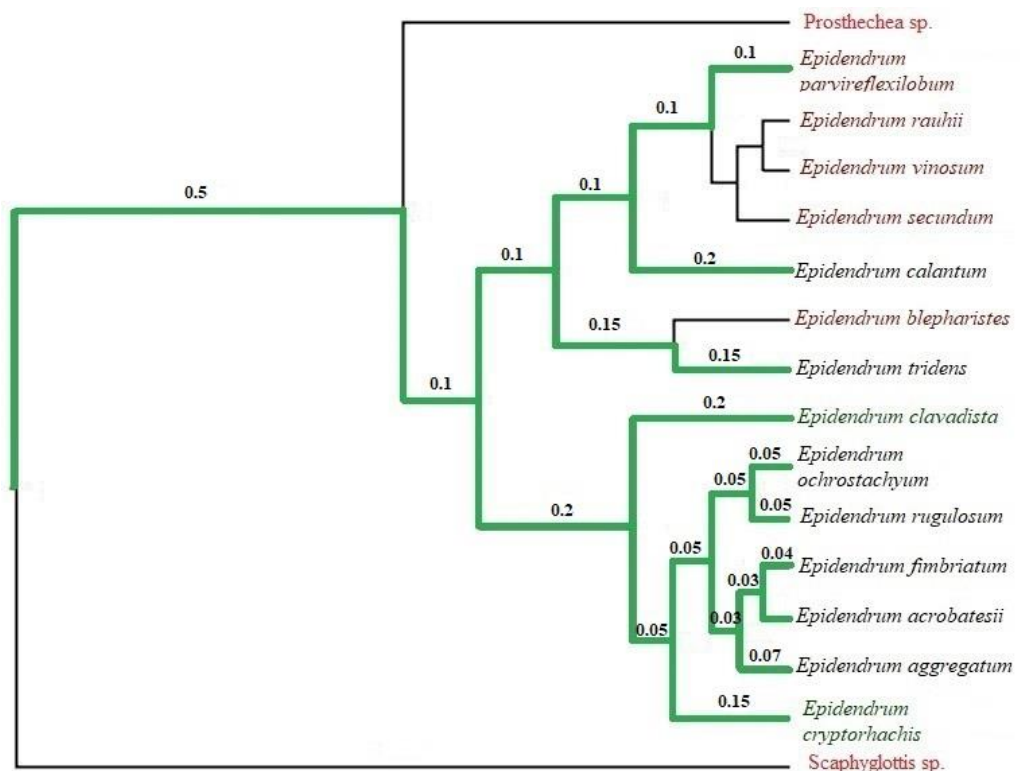
En la figura 18 se muestra el árbol filogenético concatenado del ecosistema de bosque montano húmedo, los valores de cada uno de los clados indican el

tiempo de divergencia evolutiva que tienen las especies en referencia al ancestro en común más cercano.

Este ecosistema alberga 10 especies por lo tanto, para calcular la diversidad filogenética de este ecosistema, se sumó la longitud de cada una de las ramas marcadas en verde, las cuales conectan a los 10 taxones desde la base del árbol hasta las ramas terminales. Al sumar la longitud de las ramas evolutivas del bosque montano húmedo se obtuvo una sumatoria de 2.51 Mya.

Figura 18.

Árbol filogenético para el género Epidendrum ubicados en el bosque montano húmedo



Nota. Las líneas verdes muestran las ramas evolutivas que conectan a las especies dentro del ecosistema, los valores de cada rama indican los valores de divergencia evolutiva de cada especie.

La sumatoria de las ramas indican que el bosque montano húmedo tiene una mayor diversidad filogenética con 2.51Mya, en cambio el bosque de arena blanca tiene una menor diversidad filogenética con 2.47Mya (Tabla 6), el cual

concuera con los resultados obtenidos para los índices de diversidad filogenética (Tabla 5).

Tabla 6.

Diversidad filogenética por ecosistema basado en la sumatoria de las ramas

índice	Bosque montano	Bosque de arena
	húmedo	blanca
DF	2.51Mya	2.47May
DT	10	12

Nota. Esta tabla muestra los índices calculados para cada ecosistema donde; DF (Diversidad filogenética), DT (Diversidad tóxica).

3.3. Contraste entre la diversidad tóxica y filogenética de especies del género *Epidendrum* L.

De acuerdo a la diversidad tóxica, el bosque de arena blanca y el bosque montano húmedo muestran un grado de similitud en la diversidad de especies de *Epidendrum* en un 47%, lo que indica que las áreas muestran ambientes diferentes en un 53%.

Según la diversidad filogenética la cantidad de especies compartidas entre el ecosistema 1 y 2, existe una similitud de 80%, es decir hay muchas longitudes compartidas y la cantidad de longitud de ramas que hace que se diferencien es del 20%.

Por otro lado la diversidad tóxica, indica que el bosque de arena blanca es el ecosistema más diverso respecto al bosque montano húmedo (tabla 4), sin embargo la diversidad filogenética indica que el bosque montano húmedo tiene una mayor diversidad con 2.51Mya (Millones de años de evolución), en cambio el bosque de arena blanca tiene una menor diversidad con 2.47Mya (Tabla 6).

3.4. Guía ilustrada de especies del género *Epidendrum* L. para el Área de Conservación Privada Pampa del Burro.

La familia de las orquídeas es un grupo muy diverso que alberga más de 500 especies, el género más diverso es *Epidendrum*. Sin embargo, esta enorme diversidad se contrapone por su alta susceptibilidad a los cambios ambientales y la pérdida de los hábitats donde se desarrollan estas especies. Las actividades antrópicas y el saqueo comercial de estas especies, ha provocado la desaparición de muchas especies de orquídeas de estos ecosistemas naturales, por esta razón las orquídeas están incluidas en el Apéndice de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas para protegerlos tanto dentro como fuera de su hábitat.

La diversidad de la familia Orchidaceae presentes en el Área de Conservación Privada Pampa del Burro, indica la gran riqueza y potencialidad de especies, encontrándose especies endémicas, especies nuevas para la ciencia, nuevos registros para Amazonas y especies amenazadas de gran valor biológico y económico para nuestra región y nuestro país.

Como iniciativa para promover su conservación y valorización se realizó un estudio de la diversidad de orquídeas en esta área. La importancia del estudio fue determinar la diversidad táxica y filogenética con el fin de priorizar las áreas de conservación, así mismo se realizó una guía ilustrada de fotos (Tipo láminas Lankester), en las que se detalla la información morfológica de cada una de las especies encontradas, el cual servirá para una rápida identificación de las especies en campo.

Esta guía es el resultado de 1 año de investigación, este proyecto reporta para la Pampa del Burro 14 especies del género *Epidendrum*, cabe resaltar que el número real de este género sobrepasa las 42 especies, sin embargo no fueron tomadas en cuenta en esta investigación porque no se realizó la extracción de su ADN para los estudios filogenéticos.

Los especímenes fueron identificados por expertos botánicos en este grupo el Ing. Eric Hágater y Elizabeth Santiago.

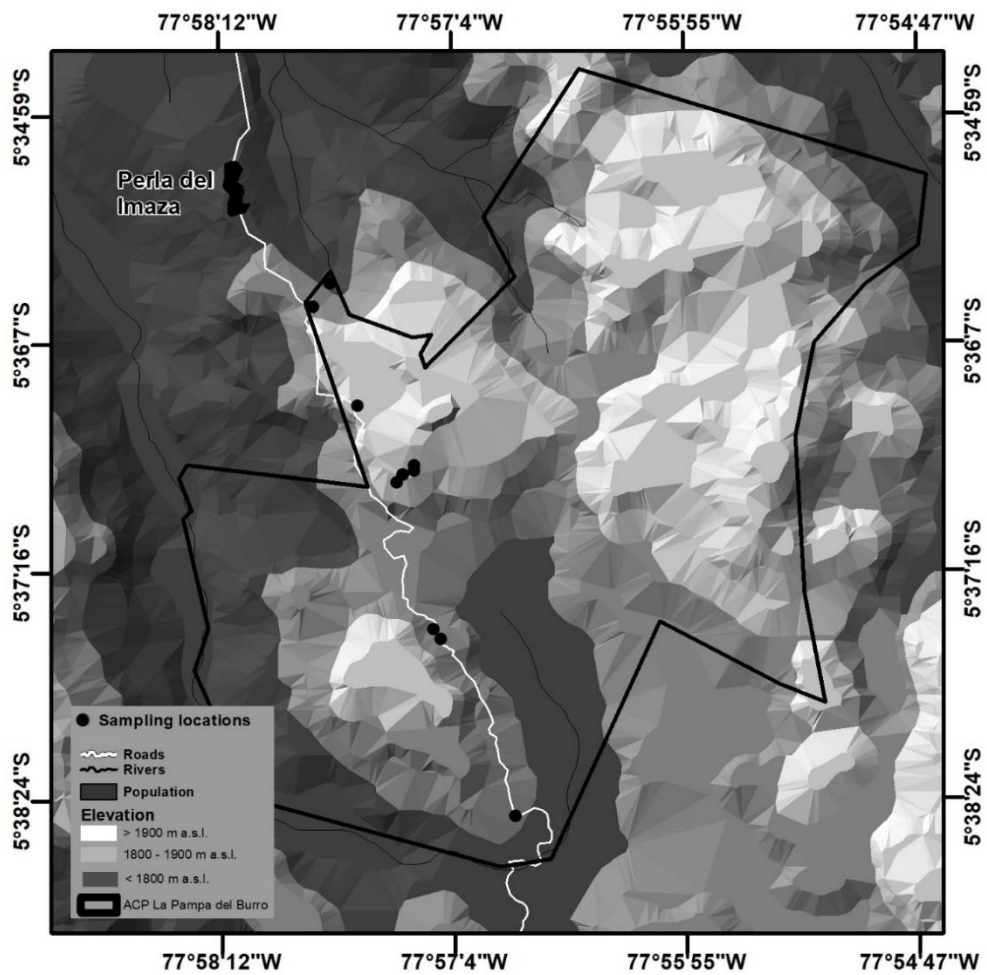
Como resultado de las primeras revisiones detalladas se han sometido a publicación, dos especies nuevas para la ciencia (*Epidendrum ochrostachyum* y *Epidendrum parvireflexilobum*), y nuevos reportes para Perú. Finalmente, con este inventario se pretende establecer las bases de una propuesta

metodológica para la toma de decisiones prudentes y adecuadas por parte de nuestras autoridades, sobre el manejo y aprovechamiento de la Orquideoflora silvestre, cuyo enfoque está basado en la conservación de nuestros recursos naturales.

Existe una extraordinaria diversidad de orquídeas que apenas empieza a ser descubierta y documentada científicamente.

Figura 19.

Mapa de presencia de las especies de Epidendrum L.



Nota. En la figura se muestra la distribución de los ejemplares tipo en el área de estudio.

3.4.1. *Epidendrum acrobatesii* Hágsater & Dodson
(Nuevo reporte para el Perú)

Hábito: Epífito y terrestre

Altitud: 1869 m s.n.m

Estado de conservación: LC (Preocupación menor)

Apéndice: Apéndice II

Distribución: Amazonas



Hierba terrestre, ramificada de hasta 31cm. de altitud.

Raíces carnosas de 1 a 2 mm de grosor, en su mayoría basales.

Tallos rectos y ramificados estructura tipo caña.

Hojas lisas, alternas, generalmente presenta 5 hojas que se distribuyen a lo largo del tallo, presentan vainas en formas tubulares que tienen un aspecto rugoso.

Inflorescencia racemosa, terminación apical, la cual florece una sola vez, tamaño de 5 cm; con el raquis compacto y doblado, presenta una quilla que crece en cada bráctea floral.

Flores resupinadas de color amarillo verdoso, presenta de 6 a 12 flores que son sucesivas, de las cuales 1 o 2 flores están abiertas al mismo tiempo, no presentan fragancia alguna.

Ovario terete de 17 a 24 mm de largo, con pedicelos, no turgentes.

Sépalos elípticos, libres de márgenes agudos y extendidos de 10 a 12 X 3.5 mm, presentan 5-nervados,

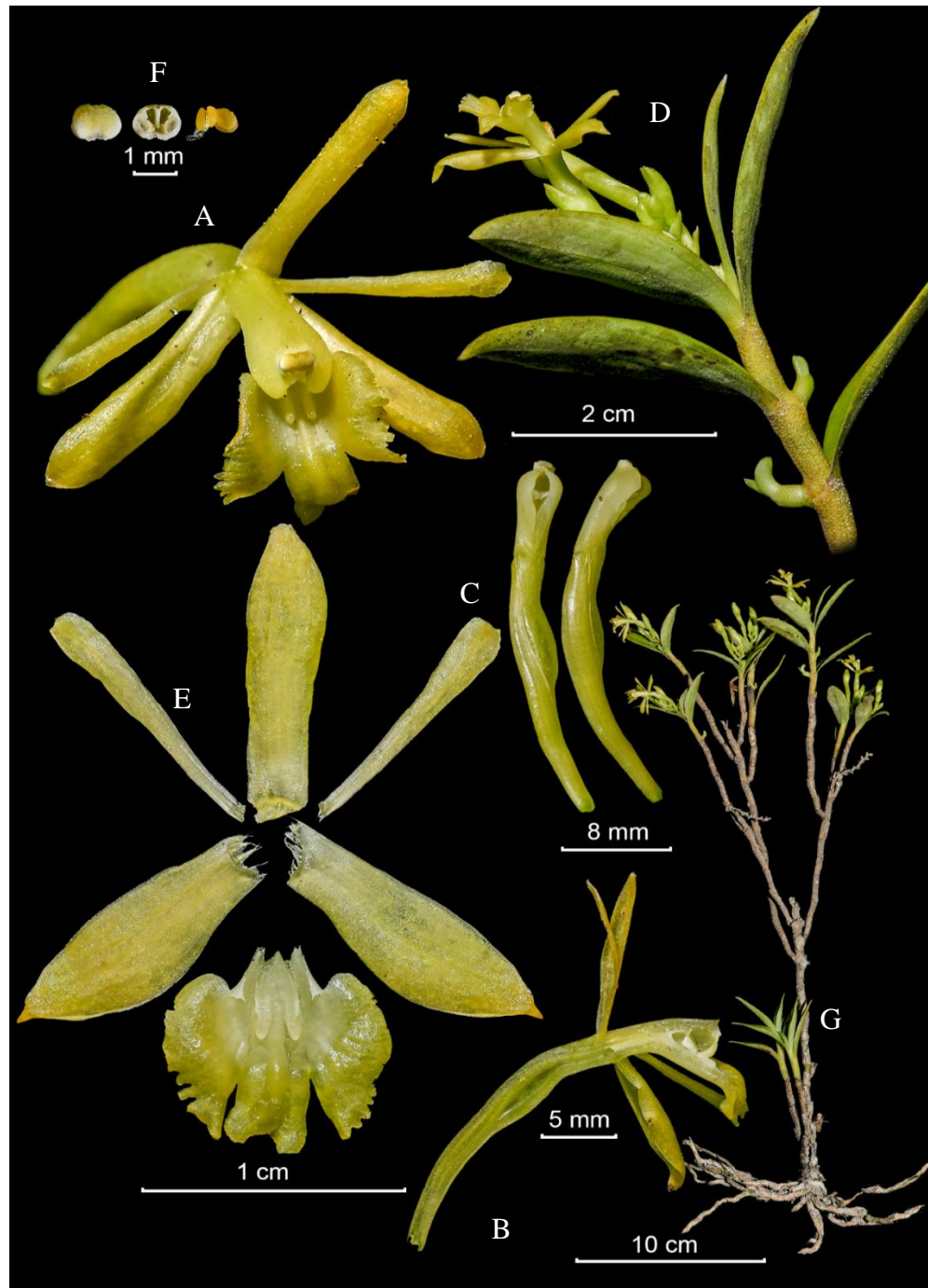
Pétalos libres extendidos, linear oblanceolados, de margen agudo y entero, de 12 X 1 mm, presenta 1-nervado,

Labelo ligeramente cordado, el cual está unido a la columna, presenta 3 lóbulos, con medidas de 5 a 7 mm; presenta callos en la parte basal y lóbulos laterales transversales que tienen una forma semiovada, los ápices son agudos y el margen principal apical eroso.

Columna de 7 mm de largo siempre recta y delgada

Cápsula no vista.

Figura 20.
Lámina de Epidendrum acrobatesii



Nota. (PA- 021). A). Flor frontal, B. Corte longitudinal de la columna y ovario, C) Columna frontal y dorsal, D) Inflorescencia, E) Flor disectada, F) Polinios y polen, G) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín.

3.4.2. *Epidendrum aggregatum* Lindl.

(Nuevo reporte para Amazonas)

Hábito: Epífito

Altitud: 1836 m s.n.m

Estado de conservación: No categorizado

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas y Cajamarca



Hierba terrestre, cespitosa, simpodial.

Tallos cerca de 400 cm de alto, ramificado, caña, terete, erecta, cubierta hacia la base por hojas no foliares.

Hojas abundantes que se distribuyen a lo largo del tallos, articuladas, alternas, extendidas, presentan un tamaño desigual, elíptica, acuminada, membranáceo, margen entero, extendido.

Inflorescencias de 2 a 4 cm de largo, laterales, numerosas, provenientes de medio de los entrenudos, racemosas a pluriracemosas.

Flores 2-6, dispuestas helicoidalmente, callos y disco del labelo blancos, labelo amarillo brillante; fragancia no registrada.

Ovario de 25 a 45 mm de largo, son teretes, delgados, y no son turgentes, sin ornamentación.

Sépalos de 13 a 15 x 3,3 a 4,2 mm, libre, agudo, margen entero, revoluto; el sépalo dorsal extendido, triangular-lanceolado, sépalos laterales parcialmente extendidos, oblongos, trinervada.

Pétalos 12 a 14 x 1,75mm, parcialmente extendidos, libres, oblanceolados, agudos, trinervados, margen entero, revoluto.

Labelo 8.4-10 x 8-9.3 mm, unido a la columna.

Columna de 7 mm de largo, corto, grueso, arqueado hacia arriba en el capuchón de clinandrio.

Cápsula elipsoide de 6,5 x 1,4mm; cuerpo 4 x 1,4 mm; pedicelo de 10 mm de largo; cuello apical de 15 mm de largo, perianto persistente.

Figura 21.

Lámina de Epidendrum aggregatum



Nota. (PA-099). A) Flor frontal, B) Columna en corte longitudinal, C) Columna frontal y dorsal, D) Flor disectada, E) Polinarios, F) Polinios, G) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín.

3.4.3. *Epidendrum blepharistes* Barker ex Lindl.

(Nuevo reporte para Amazonas)

Hábito: Terrestre

Altitud: 1869 m s.n.m

Estado de conservación: No categorizado

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas, Cusco y Pasco.



Hierba epífita, terrestre o litófito de 32 a 120cm de alto.

Raíces carnosas, delgadas de 1.0 a 1.5 mm de grosor, de color blanco, siempre son basales.

Tallos forman un pseudobulbo delgado cerca de la base, tipo caña y lateralmente aplanados en la porción foliar, de color rojo amoratado, erectos, rectos de 13 a 60 x 0.65 a 1.2 cm.

Hojas articuladas, de ápice obtuso, dísticas de 4 a 10, las cuales se distribuyen en la mitad apical del tallo, presentan vainas tubulares, que son estriada, escariosas y fibrosas, miden de 10 a 70 mm de largo.

Inflorescencia de terminación apical, erectas y paniculadas, por lo general son plurifloras de 17 a 40 cm de largo; originando generalmente de 5 a 12 racimos.

Brácteas florales triangulares y agudas de 2 a 6mm de largo, por lo general son más cortas que el ovario.

Flores presentan de 40 a 60 flores sucesivas de color blanco a lila rosado resupinadas, con los callos de color amarillo intenso; con presencia de una ligera fragancia.

Ovario subtriquetro, trisulcado, delgado, ligeramente dilatado de 16 a 30 mm.

Sépalos pubescentes en la superficie dorsal, margen entero, extendido.

Pétalos libres, extendidos, cuneado espatulados, redondeados.

Labelo presentan **3 lóbulos**, unido a la columna, la base cordada, algo convexo, borde apical de cada lóbulo, profundamente dentado, de 4 a 8 x 9 a 15 mm; con presencia de callos prominentes, laminares.

Columna ligeramente arqueada y delgada, con un par de dientes apicales prominentes de 4 mm de largo.

Figura 22.

Lámina de *Epidendrum blepharistes*



Nota. (PA-026) A) Flor frontal, B) Columna dorsal y frontal, C) flor disectada, D) Polinarios dorsal y frontal, E) Polinios, F) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín.

3.4.4. *Epidendrum calantum* Rchb. f. & Warsz.

(Nuevo reporte para la Pampa del Burro)

Hábito: Terrestre

Altitud: 1881 m s.n.m

Estado de conservación: No categorizado

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas, Huánuco, Junín, La Libertad



Hierba terrestre de 26 a 80 cm de alto.

Raíces delgadas de color blanco, por lo general crecen en la base del tallo, sus medidas son de 1.5 a 2.5 mm de grosor.

Tallos erectos, teretes, con estructura tipo caña, la base generalmente engrosado la cual forma una pequeña esfera.

Hojas elípticas, lanceoladas, de margen entero de 6 a 15 las cuales se distribuyen en la base de

la caña; el color de las hojas son verdes y pueden medir de 4.3 a 5.8 x 1.6 a 1.3 cm. presentan vaina lisas y escariosas de forma tubular.

Inflorescencia de terminación apical, siempre racemosa, produciendo nuevos racimos del pedúnculo viejo, pedúnculo largo, terete, erecto, cubierto completamente por vainas tubulares.

Flores presentan numerosas, las cuales son sucesivas, y por lo general de 3 a 8 flores están abiertas a la vez, estas son de color violetas con el borde teñido de color blanco, y los callos de color amarillo.

Sépalos elípticos y libre, extendidos, anchos, con un margen entero; el dorsal puede medir de 9.1 x 4.0 mm y los laterales ligeramente oblicuos de 7.2 x 3.0 mm.

Pétalos de margen entero, obovados, extendidos, libres, presentan 3 nervaduras, pueden medir de 4.5 x 2.5 mm.

Labelo 10.5x9.3 mm. Siempre adherido a la columna, presenta 3 lóbulos, el lóbulo del medio semitruncado en la parte de la base y los laterales del mismo tamaño, presenta 3 callos cubriendo el disco, los laterales engrosado más pequeños que el callo medio.

Columna doblada y gruesa de 4 mm de largo, de color fucsia.

Cápsula no vista.

Figura 23.

Lámina de Epidendrum calantum



Nota. (PA-107). A) Flor frontal. B) Columna en corte longitudinal. C) Columna dorsal, D) Flor disectada, E) Inflorescencia F) Polinario frontal y dorsal, G) Polinios H) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigóin.

3.4.5. *Epidendrum clavadista* Hágsater et Collantes

(Nuevo reporte para la Pampa del Burro)

Hábito: Epífito

Altitud: 1842 m s.n.m

Estado de conservación: LC (Preocupación menor)

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas, Cusco, Junín, Pasco y San Martín.



Hierba epífita, cespitosa, simpodial, erecta, ca. 33 a 47 cm de altura.

Raíces gruesas y carnosas de 0,5 a 2,0 mm de diámetro, crecen en la base del tallo, con rizoma algo escandente.

Tallos 16 a 17 x 0,13 a 0,35 cm, simples, en forma de caña, comprimidos lateralmente, ligeramente en zig-zag hacia el ápice.

Hojas de 4 a 7, las que se distribuyen a lo largo del tallo; vainas de 1,5 a 3,6 x 0,22 a 0,6 cm, tubulares, lateralmente comprimidas, ancipitosas, lisas; hojas de 3,0 a 13,5 x 0,3 a 0,8 cm, subrectas, articuladas, agudas, lisas, brillantes verde.

Inflorescencia racemosa, erecta de 17 a 23,5 cm de largo, apicales, de crecimiento maduro, floreciendo una sola vez; raquis de 11,5 a 13,0 cm de largo, comprimido lateralmente.

Flores sépalos amarillo ocre, pétalos amarillo ocre en el ápice, blanco en los 2/3 basales, columna blanco, con una marca morada en la parte del ápice, labelo blanco; presencia de una fragancia.

Sépalos de 9,0 a 11,8 x 2,5 a 3,0 mm, estrechamente elípticos a sub lanceoladas, acuminadas a cortamente rostradas, reflejas, especialmente los sépalos laterales, membranáceas, margen entero, extendidas.

Pétalos de 8,0 a 9,9 x 0,8 a 1,0 mm, generalmente paralelos a la columna y adnatos a su base, a veces extendida, linear-ob lanceolada, aguda, falcada, membranácea, 1-nervada, margen entero, extendida.

Labelo 4,6 a 6,5 x 4,7 a 6,8 mm, unidos a la columna, trilobulados, base cordada; bicalosa, los callos se unen para formar uno solo, apicalmente

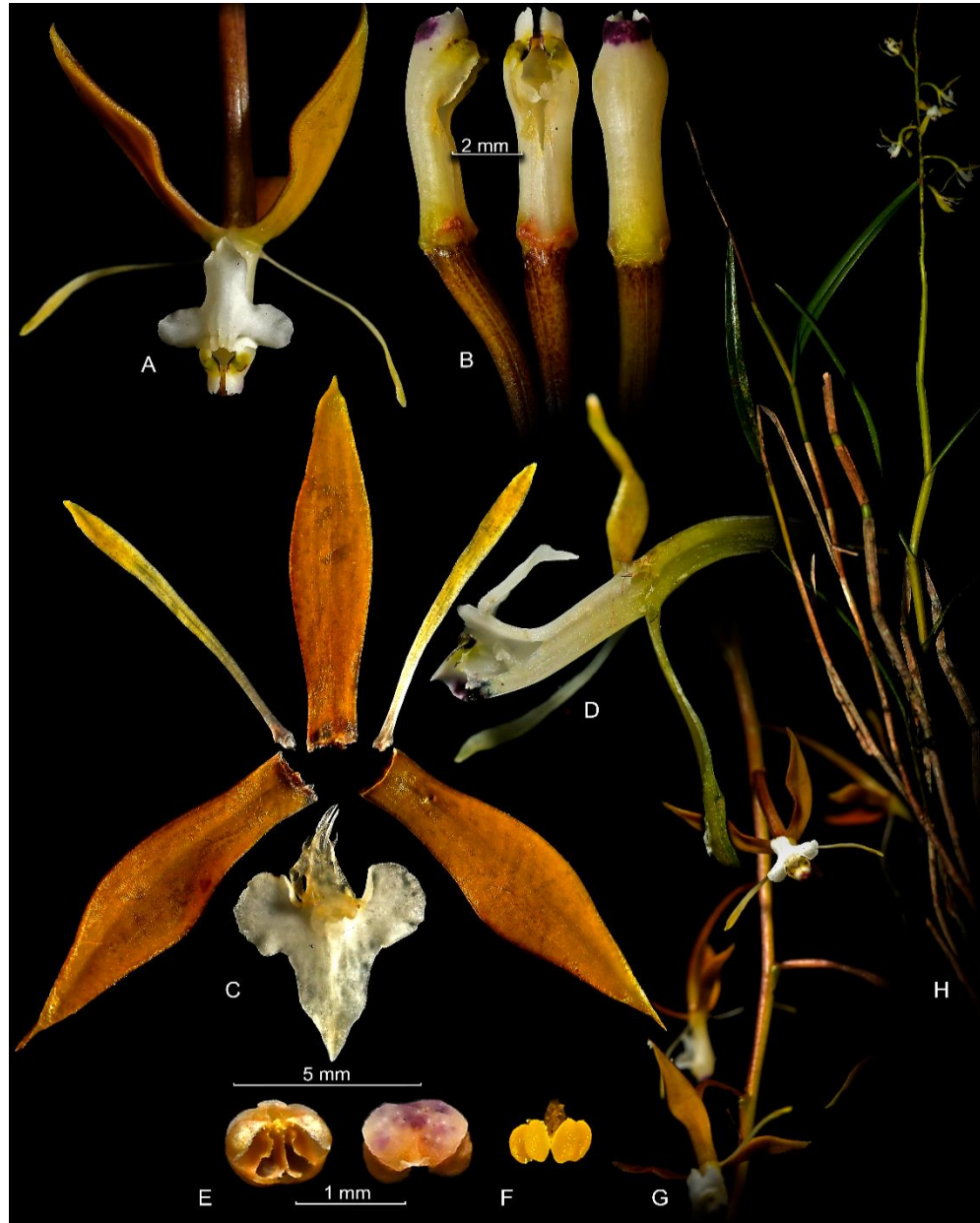
trilobulado, corto, laminar, hemi-circular a sub-trapezoidal, y apicalmente emarginado.

Columna blanca, con una marca morada en el ápice.

Cápsula no vista.

Figura 24.

Lámina de Epidendrum clavadista



Nota. (PA-081). A) Flor frontal, B) Columna dorsal y frontal, C) flor disectada, D) Columna en corte longitudinal, E) Polinarios, F) Polinios, G) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín.

3.4.6. *Epidendrum cryptorhachis* Hágsater

(Nuevo reporte para la Pampa del Burro)

Hábito: Epífito

Altitud: 1763 m s.n.m

Estado de conservación: No categorizado

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas, Cajamarca y Huánuco



Hierba epífita, simpodial de 17 a 43 cm de alto.

Raíces delgadas, crecen en la parate basal del tallo, de 0.5 a 1.5 mm de grosor.

Tallos delgados, estructura tipo caña, cortos y teretes en la base, en la parte del ápice de forma aplanada pueden medir de 11.5 x 0.22 a 0.57 cm.

Hojas alternas y arqueadas, de 3 a 6 distribuidas a lo largo del tallo, se caracteriza

por presentar una lámina linear lanceolada, coriácea, conduplicada, de margen entero, las medias son de 2.8 a 8 x 0.4 a 0.6 cm.

Inflorescencia de terminación apical, paniculadas erectas, presentan una densa floración de 6 a 9 racimos cortos y rectos que pueden medir de 19 a 32 cm de largo.

Flores presenta más de 80 flores por cada inflorescencia, 4 a 14 flores por racimo, son pequeñas, membranáceas, resupinadas, de color amarillo a rojo pardo.

Sépalos libres, obovados, con ápice redondeado, los márgenes son extendido y entero pueden medir de 3.3 a 3.5 x 1.6 a 2 mm.

Pétalos extendidos, libres, espatulados, con el ápice bilobado, presentan 1 nervadura, con el margen siempre entero.

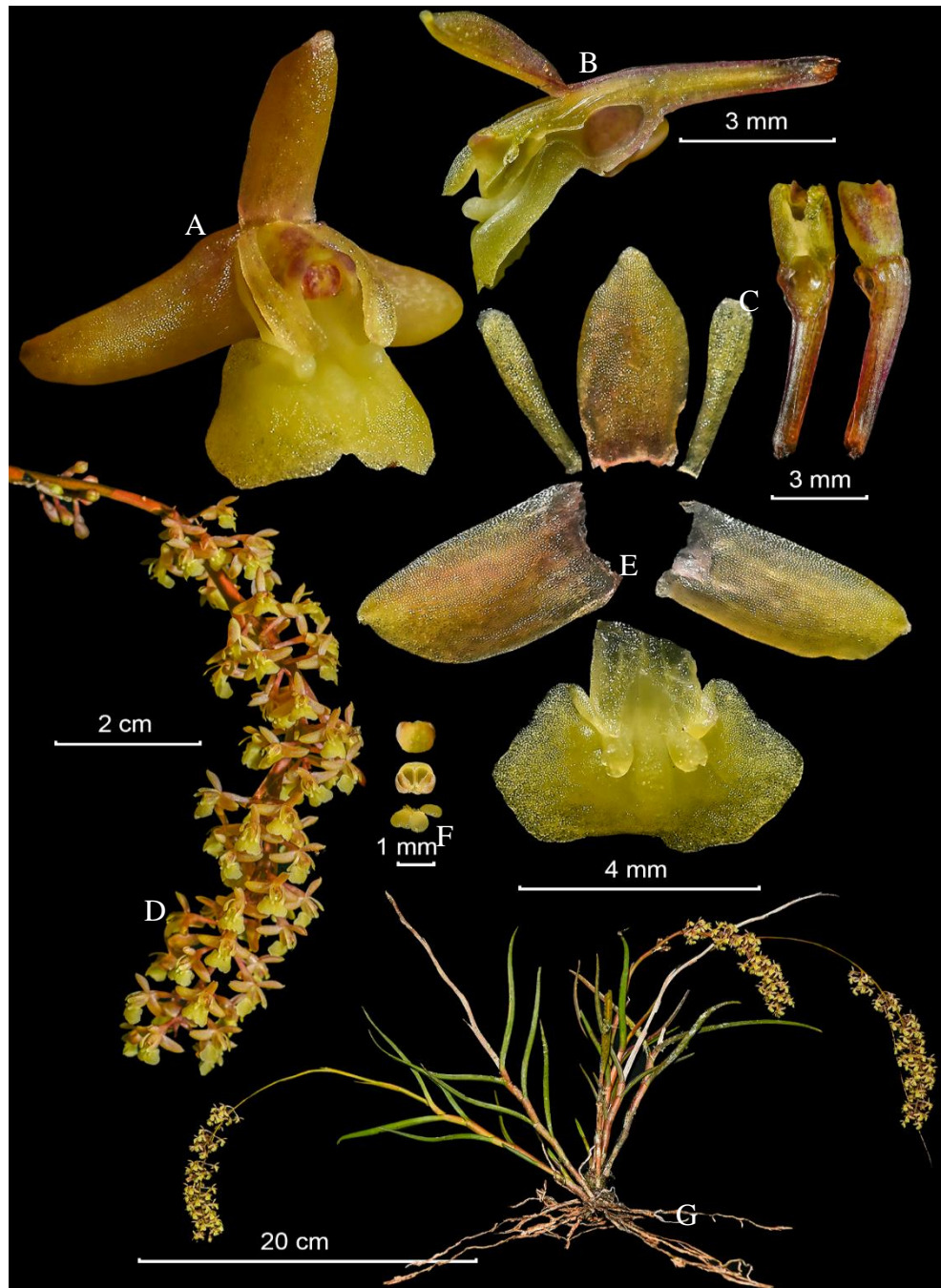
Labelo el margen ligeramente crenado, soldado a la columna, los lóbulos laterales son elípticos, el lóbulo medio bilobado, con callos prominentes y cortos el cual está provisto de 3 quillas, delgadas y lisas.

Columna curvada y corta, de 3 mm de largo.

Cápsula No vista

Figura 25.

Lámina de Epidendrum cryptorhachis



Nota. (PA-128). A) Flor frontal, B) Corte longitudinal de la columna y ovario, C) Columna frontal y dorsal, D) Inflorescencia, E) Disección de la flor, F) Polinios y polen, G) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín.

3.4.7. *Epidendrum fimbriatum* Kunth

(Nuevo reporte para la Pampa del Burro)

Hábito: Epífito y terrestre

Altitud: 1850 m s.n.m

Estado de conservación: No categorizado

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Pasco y Puno.



Hierba epífita, litófita o terrestre cespitosa de 10 a 35 cm de alto.

Raíces delgadas, carnosas, creciendo en la base del tallo, delgadas, de color blanco, pueden medir de 1.0 a 2.0 mm de grosor.

Tallos teretes de color verde y a veces rojizos, delgados, ramificados, en forma de caña, envueltos por vainas foliáceas tubulares desde la base.

Hojas de 1.6-4.8x0.4-0.6 cm. simples, alternas, coriáceas, estrechamente elípticas, que se sostienen en la base, que están minuciosamente erosionadas hacia el ápice y todas reunidas hacia el ápice del tallo, base obtusa y ápice emarginado.

Inflorescencia terminal racemosa de 2.5 a 10 cm de longitud, brácteas foliosas, rojizo en la base y la parte del ápice verde, brácteas triangulares y coriáceas.

Flores son sucesivas, presentan de 2 a 3 flores abiertas a la vez, carnosas no resupinadas, los sépalos y los pétalos de color blancos teñidos de color morado, con los callos violeta intenso.

Sépalos extendidos, libres, oblongos, elípticos, de borde entero; el dorsal mide 4.0 x 1.9 mm y los laterales 3.1 x 2.0 mm.

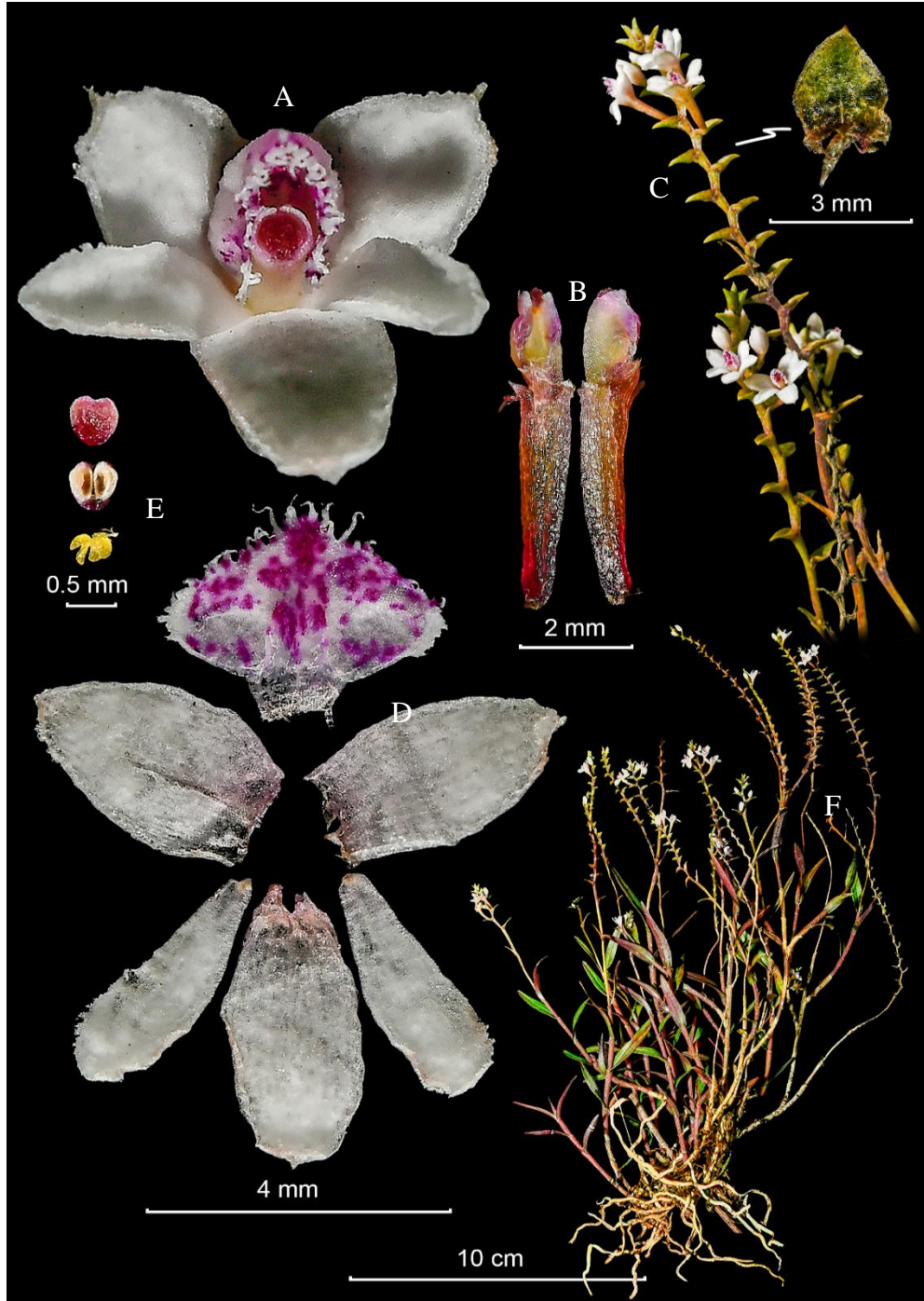
Pétalos lanceolados, extendidos, de margen entero, libres, más estrechos que los sépalos, de 2.9 x 0.9 mm.

Labelo 3.0x3.9 mm., fimbriado, unido a la columna (cerca de su mitad), sin lóbulos y algo puntiagudo.

Columna gruesa, semiarqueada, generalmente muy corto con los lados más largos que el dorso, 1.8 mm de largo, de color amarillo con bordes violeta.

Figura 26.

Lámina de Epidendrum fimbriatum



Nota. (PA-063). A) Flor frontal, B) Columna frontal y dorsal, C) Inflorescencia, D) Disección de la flor, E) Polinios y polen, F) Planta.

Fotografía: José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín.

3.4.8. *Epidendrum ochrostachyum* Hágsater, E.Santiago, P.Arista, Edquén.
(Nuevo reporte para la ciencia)

Hábito: Terrestre

Altitud: 1839 m s.n.m

Estado de conservación: No categorizado

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas



Hierba terrestre, monopodial, de 66 cm de altura.

Raíces de 1,0 a 2,5 mm de diámetro, basales, escasas, carnosas.

Tallos en forma de caña, erecta, recta, escasamente ramificados, tallo primario 54 x 0,7 cm, ramas de 7 x 0,3 cm.

Hojas presenta generalmente 9 a lo largo del tallo primario y de 3 a 5 en las ramas, articuladas, ligeramente conduplicadas, extendidas, coriáceas, rígidas, de color verde medio por ambas caras, márgenes pardo rojizo.

Inflorescencia de 12 cm de largo en tallo primario, apical, racemosa, erecta, laxamente de pocas flores; pedúnculo de 1,2 cm de largo, terete, sin brácteas, de color marrón rojizo; raquis de 5 a 11 cm de largo.

Flores hasta 15, sucesivas, no resupinadas, carnosas, de color amarillo ocre a verde oliva, a veces teñidas de naranja, superficie dorsal de los sépalos de color marrón rojizo a marrón vino, labelo amarillo.

Sépalos dorsales de 12 x 5 mm, los laterales de 13 x 7 mm.

Pétalos de 10 x 3 mm, libres, esparcidos, oblanceolados, obtusos, presentan 1 nervadura, márgenes enteros, esparcidos.

Labelo de 8 x 10mm, soldado a la columna, entero, ampliamente cordiforme, la base cordada, ápice agudo, abrazando el ápice de la columna en posición natural; ecallosa, fuertemente pubescente delante de la cavidad estigmática.

Columna de margen entero de 8.0mm de largo, gruesa, con el ápice bidentado, y las alas truncadas. Campana de clinandrio reducida.

Cápsula No vista.

Figura 27.
Lámina de Epidendrum ochrostachyum



Nota. (PA-079) A) Flor frontal, B) Corte longitudinal de la columna y ovario, C) Botón floral, D) Polen, E) Disección de la flor, F) Polinios, G) Columna dorsal y frontal, H) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín.

3.4.9. *Epidendrum parvireflexilobum* Hágsater, P.Arista et Edquén

(Nuevo reporte para la ciencia)

Hábito: Terrestre

Altitud: 1839 m s.n.m

Estado de conservación: No categorizado

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas



Hierba epífita, simpodial, cespitosa, de 22 a 46 cm de altura.

Raíces de 2.0mm de diámetro, basales, teretes, carnosas, blancas.

Tallos de 8 a 22 x 0,3 cm, simples, en forma de caña, teretes a ligeramente comprimidos hacia el ápice, delgados.

Hojas de 7 a 12, dísticas, vainas de 4,4 a 6,0 x 0,4 cm, tubulares, lisas, de color rojo vino,

papiráceas cuando secas; limbo oblongo, ápice desigualmente bilobado, articulado, coriáceo, liso, verde medio en ambos lados, márgenes enteros.

Inflorescencia de 12 a 33 cm de largo, racemosa a pluriracemosa, de flores laxas, cilíndrica; pedúnculo de 10 a 28 cm de largo, alargado, cubierta por numerosas brácteas tubulares imbricadas de 4,5 x 0,4 cm, agudas-

Flores cerca de 6-12, por racimo, sucesivos, 3-6 abiertos a la vez, no resupinados, de color rojo pálido a brillante, callo amarillo.

Sépalos extendidos, ápice oblicuamente redondeado, apiculado corto, 7 nervados, margen entero, extendido; sépalo dorsal y lateral elíptico, oblicuos.

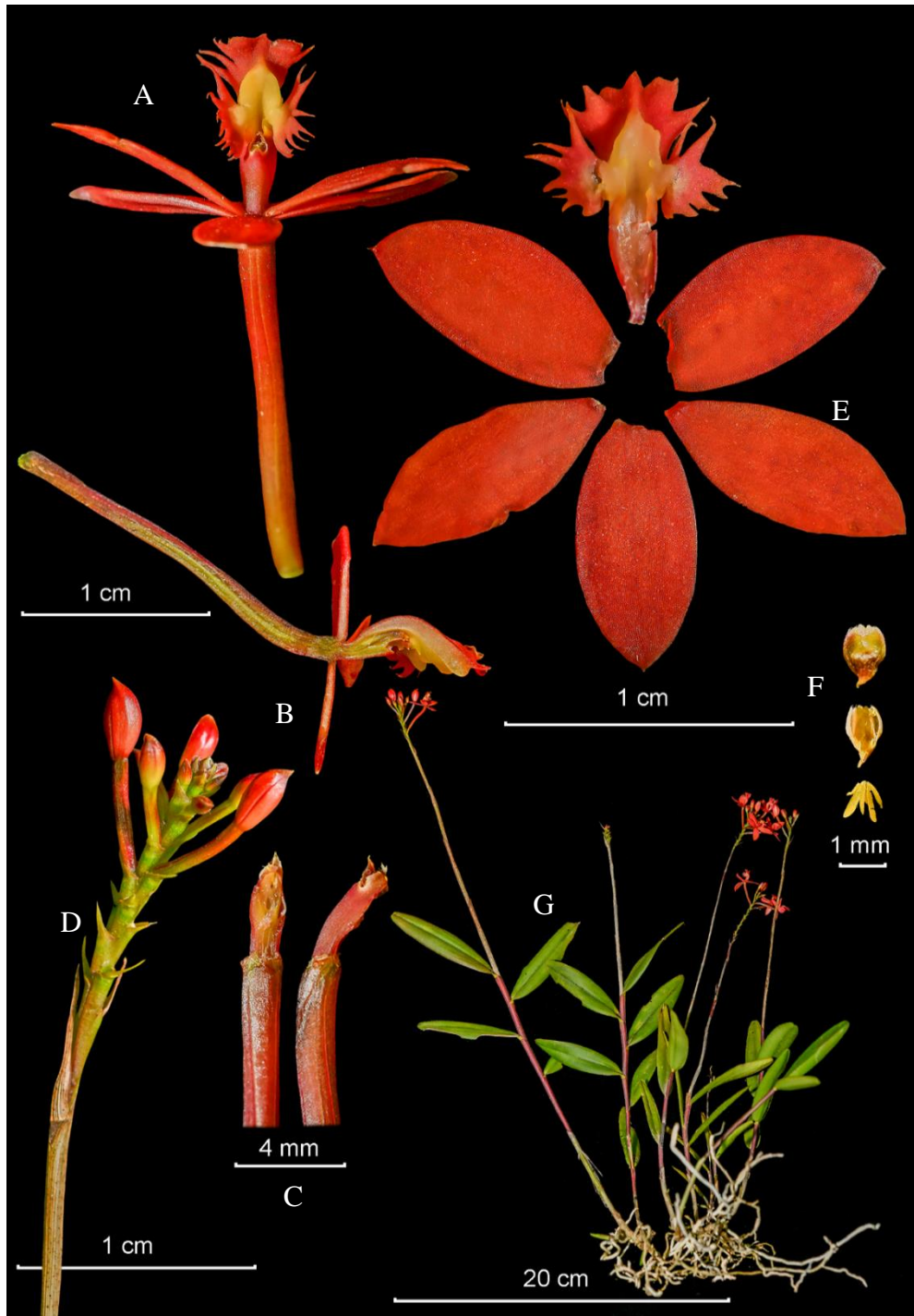
Pétalos de 10,6 a 13,5 x 4,0 a 5,0 mm, extendidos, oblanceolados, ápice agudo, presenta 3 a 5 nervados con márgenes enteros y extendidos.

Labelo de 5.7 a 7.8 x 8.2 a 9.0mm, soldado a la columna, profundamente trilobado, alargado, lóbulos laterales suberectos, base cordada, márgenes distales irregularmente laciniados; callo bajo, rectangular, truncado.

Columna recta de 4.0mm de largo, con un par de alas carnosas recurvadas apicales largas con margen distal eroso.

Figura 28.

Lámina de Epidendrum parvireflexilobum



Nota. (PA-049) A) Flor frontal, B) Corte longitudinal de la columna, C) Columna frontales y dorsal. D) Botones florales, E) Disección de la flor, F) Polinios y polen, G) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigóin.

3.4.10. *Epidendrum rauhii* Hágsater
(Nuevo reporte para Amazonas)

Hábito: Terrestre

Altitud: 1836 m s.n.m

Estado de conservación: CR (Peligro crítico)

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas, Cajamarca, La Libertad



Hierba litófito, cespitosa, puede medir de 26 a 35cm de alto.

Raíces delgadas y carnosas de color blanco, crecen en la base del tallo y pueden medir de 1.5 a 2.5 mm de grosor.

Tallos erectos, teretes, sencillos, estructura tipo caña, generalmente la base del tallo es engrosado, formando así una base esférica, pueden medir de 5 a 13 x 0.2 a 0.7 mm.

Hojas elípticas lanceoladas, margen entero, bilobado, de color verde, coriáceas, presenta de 3 a 9 hojas las cuales se distribuyen a lo largo de todo el tallo en forma alterna, pueden medir de 2.7 a 4.9 x 0.8 a 1.7 cm.

Inflorescencia de terminación apical, racemosa, miden de 14 a 25 cm de largo; los pedúnculos son teretes y rectos, pudiendo llegar a medir de 10 a 38 cm de largo.

Flores no resupinadas, numerosas y sucesivas, generalmente presenta de 3 a 15 flores abiertas a la vez, de color blanco a flores ligeramente teñidas de color rosa o morado, los callos de color amarillo.

Sépalos de márgenes enteros, elípticos, libres y extendidos, presentan 5 nervados, el sépalo dorsal puede medir de 4.5 a 8 x 2.5 a 3 mm y los laterales de 6.5 a 9 x 3 a 4 mm.

Pétalos de margen entero, obovado, libres y extendidos, presentan 3 nervados, pueden medir de 6 a 8.5 x 3.5 mm.

Labelo soldado a la columna, presenta 3 lóbulos, truncado en la base, lóbulos laterales más o menos del mismo tamaño de 6.5 a 7 x 9 a 10 mm; lóbulos laterales suborbiculares, presentan callos masivos.

Columna corta, ligeramente curvada, generalmente gruesa, los lados más largos que el dorso, de 3 mm de largo.

Figura 29.

Lámina de *Epidendrum rauhii*



Nota. (PA-068). A) Flor frontal, B) Columna dorsal y frontal, C) flor disectada, D) Columna, E) Polinarios, F) Polinios, G) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín.

3.4.11. *Epidendrum rugulosum* Schltr.

(Nuevo reporte para Amazonas)

Hábito: Terrestre y epífita

Altitud: 1852 m s.n.m

Estado de conservación: No categorizado

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas, Cajamarca, Pasco



Hierba epífita o terrestre, monopodial de 60-300 cm de altura.

Raíces carnosas y gruesas de 4 mm de diámetro, en la base del tallo primario.

Tallos rectos en forma de caña, ramificados, teretes, siempre erectos, el tallo primario puede medir de 60 a 90 x 0,9 a 1,5 cm; las ramas de 3 a 23 x 0,4 a 0,6 cm.

Hojas abundante distribuidas en todo el tallo primario, más grandes que en las ramas; 3-9 en las ramas, erecto-extendido, articulado, alterno, coriáceo, hoja lanceolada, ápice obtuso, dorsalmente rugoso, ventralmente glauco, presenta una quilla dorsal, de márgenes crenulados en el ápice.

Inflorescencia apical de 5,5 a 12 cm de largo, florece por una sola vez, racemosa, produciendo ocasionalmente un racimo corto, erectas, dísticas, de pocas flores, pedúnculo de 1 cm de largo, raquis de 4,5-9 cm de largo, en zigzag.

Flores no resupinadas de 7 a 13, simultáneas, carnosas, el labelo siempre orientado hacia el raquis, sépalos y pétalos de color amarillento a verde pálido, labelo y columna de color blanco marfil.

Sépalos de 9 a 12 x 3 a 4 mm, parcialmente extendida, libre, carnosa, lanceolada, aguda, con 3 venas.

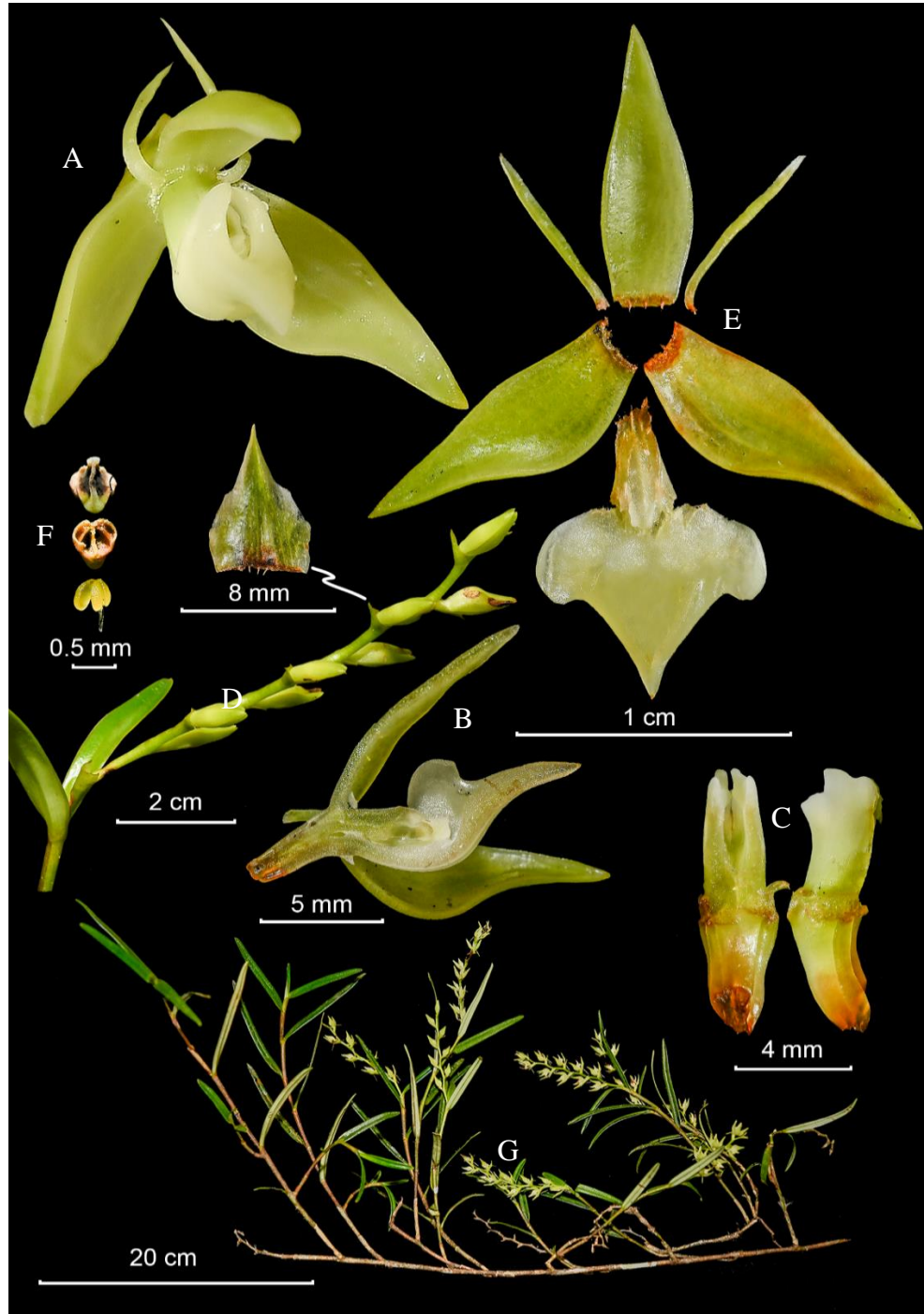
Pétalos 7,5 a 8,5 x 0,7 a 1 mm, reflexos, carnoso, lineal, obtuso, 1-nervado, margen entero, extendido.

Labelo de margen entero de 6,5 a 9 x 6 a 9 mm, soldado a la columna, trilobulado, carnoso, el ápice triangular lanceolado.

Columna de 4 a 5 mm de largo, corta, recta, gruesa, la campana de clinandrio hacia arriba, presenta un diente oblicuo triangular por cada lado del ápice.

Figura 30.

Lámina de Epidendrum rugulosum



Nota. (PA-058). A) Flor frontal, B) Corte longitudinal de la columna, C) Columna frontal y dorsal. D) Inflorescencia, E) Disección de la flor, F) Polinios y polen, G) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoin.

3.4.12. *Epidendrum secundum* Jacq.

(Nuevo reporte para la Pampa del Burro)

Hábito: Terrestre

Altitud: 1836 m s.n.m

Estado de conservación: No categorizado

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Lambayeque, La Libertad, Loreto, Pasco, Piura, Puno, San Martín, Tumbes.



Hierba terrestre, simpodial, cespitosa de 20 a 60 cm de alto.

Raíces carnosas basales de 2 a 4 mm de grosor.

Tallo simple, en forma de caña, inuoso, terete, delgado, mitad basal cubierta por vainas no foliares.

Hojas escamosas, oblongas, alternas, abiertas en dípticos, el ápice emarginado en el extremo. 6 a 22 hojas que se distribuyen a lo largo del

tallo; lisas, papiráceas, lámina elíptica a lanceolada, articulada, ápice redondeado, coriáceos, lisos, de color verde medio, con márgenes de color marrón.

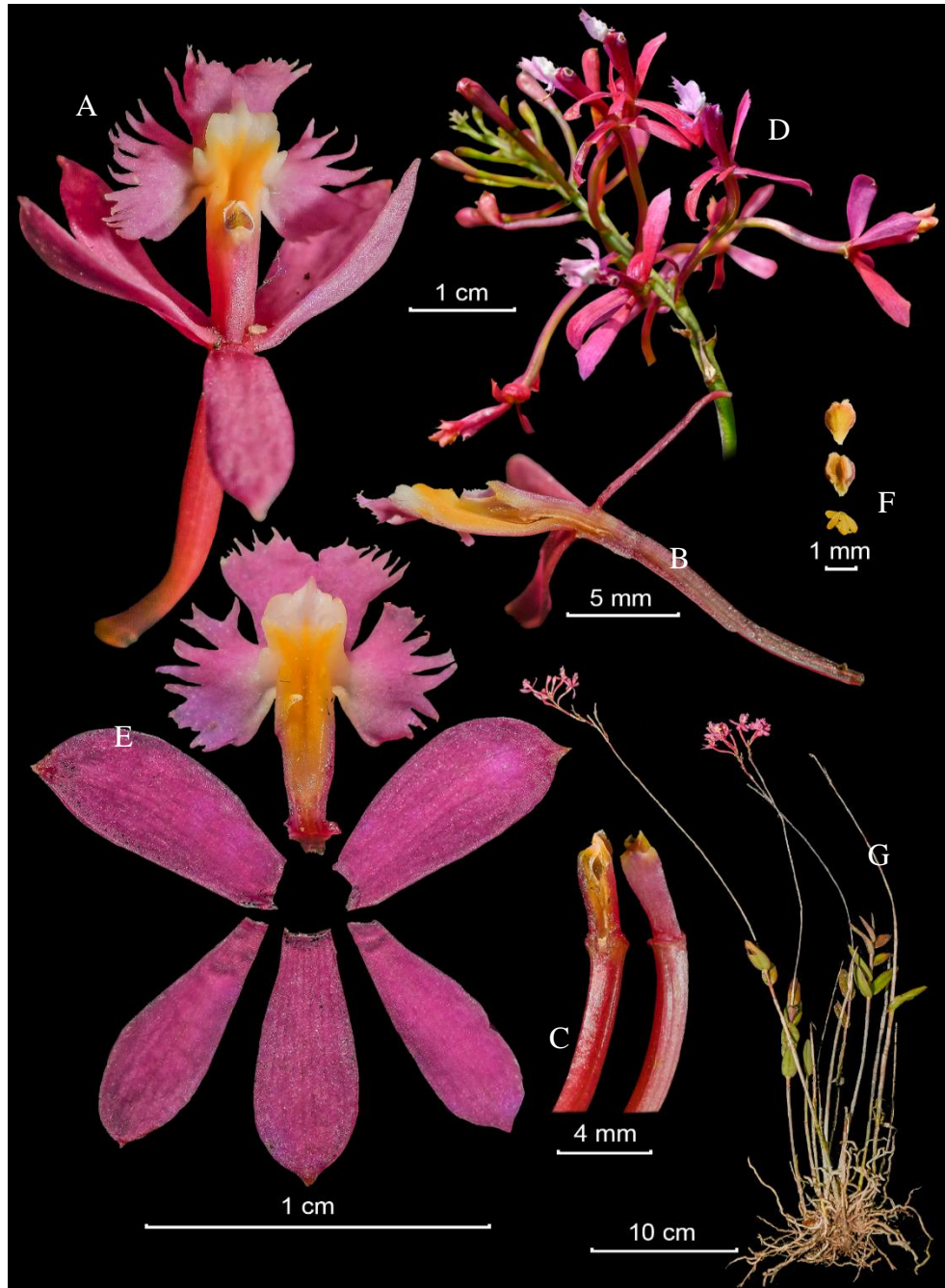
Inflorescencia racemosa, producen racimos nuevos en el pedúnculo de los nudos superiores, cilíndricos a subsféricos; pedúnculo alargado, recto, cubierto por brácteas, de 2,5-5,3 cm de largo, marrones.

Flores 10-24, sucesivas, 6-10 abiertas a la vez terminales en forma de corimbo, fértiles, de color morado pálido que varían en intensidad a fucsia, labelo rosado, la columna de un fucsia con tonalidades amarillas, antera amarillo y el callo amarillo. **Sépalo** extendidos, horizontales, margen entero, extendidos; sépalo dorsal 8.0 x 3.0 mm, oblanceolado, obtuso, sépalos laterales 8.0 x 4.0 mm, oblongos, oblicuos en el ápice, apiculados. **Pétalos** 7.0 x 3.0 mm, parcialmente extendidos, linear-lanceolados, acuminado, márgenes enteros, extendidos. **Labelo** 10.0 x 8.0 mm. unido a la columna trilobulada en el medio emarginado con, márgenes laterales más pequeños, callo grande, tan ancho como la base del lóbulo medio. **Columna** corta, ápice

bilobado, portando dos anteras pediceladas cubierta bilocular, almacenadas en el tubo nectario.

Figura 31.

Lámina de Epidendrum secundum



Nota. (PA-067). A) Flor frontal, B) Corte longitudinal de la columna y ovario, C) Columna frontal y dorsal, D) Inflorescencia, E) Disección de la flor, F) Polinios y polen, G) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín.

3.4.13. *Epidendrum tridens* Poepp. & Endl.

(Nuevo reporte para Amazonas)

Hábito: Terrestre, epífita y litófito

Altitud: 1859 m s.n.m

Estado de conservación: VU (Categoría vulnerable)

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas, Cusco, Huánuco, Junín, Pasco, Puno.



Hierba terrestre, epífita o litófito, simpodial, de 26 a 100 cm de altura.

Raíces de 3 a 4 mm de diámetro, basales, carnosas.

Tallos de 18 a 56 x 0,6 a 1,5cm, simples, en forma de caña, comprimidas lateralmente hacia el ápice, rectas, de color verde, a veces teñidas de púrpura.

Hojas de 4 a 8, que se distribuyen a lo largo de

la parte apical del tallo, erectos, coriáceos; verde, a veces teñido de púrpura, especialmente las vainas y el envés de las hojas; vaina de 2 a 6 cm de largo, foliácea, comprimido lateralmente, ancipitoso; limbo 8,0 a 15 x 2 a 5 cm, desigual, progresivamente mayor hacia el ápice del tallo, estrechamente elíptico.

Inflorescencia apical, racemosa, produciendo una flor a la vez, durante varias veces del mismo tallo; pedúnculo de 3 a 4 mm de largo, raquis de 5 a 7 mm de largo.

Flores sucesivas, una a la vez desde llegar al racimo, resupinados, sépalos y pétalos de verde a amarillo, ocasionalmente teñidos de púrpura, labelo y columna blancos.

Sépalos revuelto de 42 a 73 x 5 a 8 mm, extendidos, linearlanceolados, acuminados, 10-nervados, de margen entero.

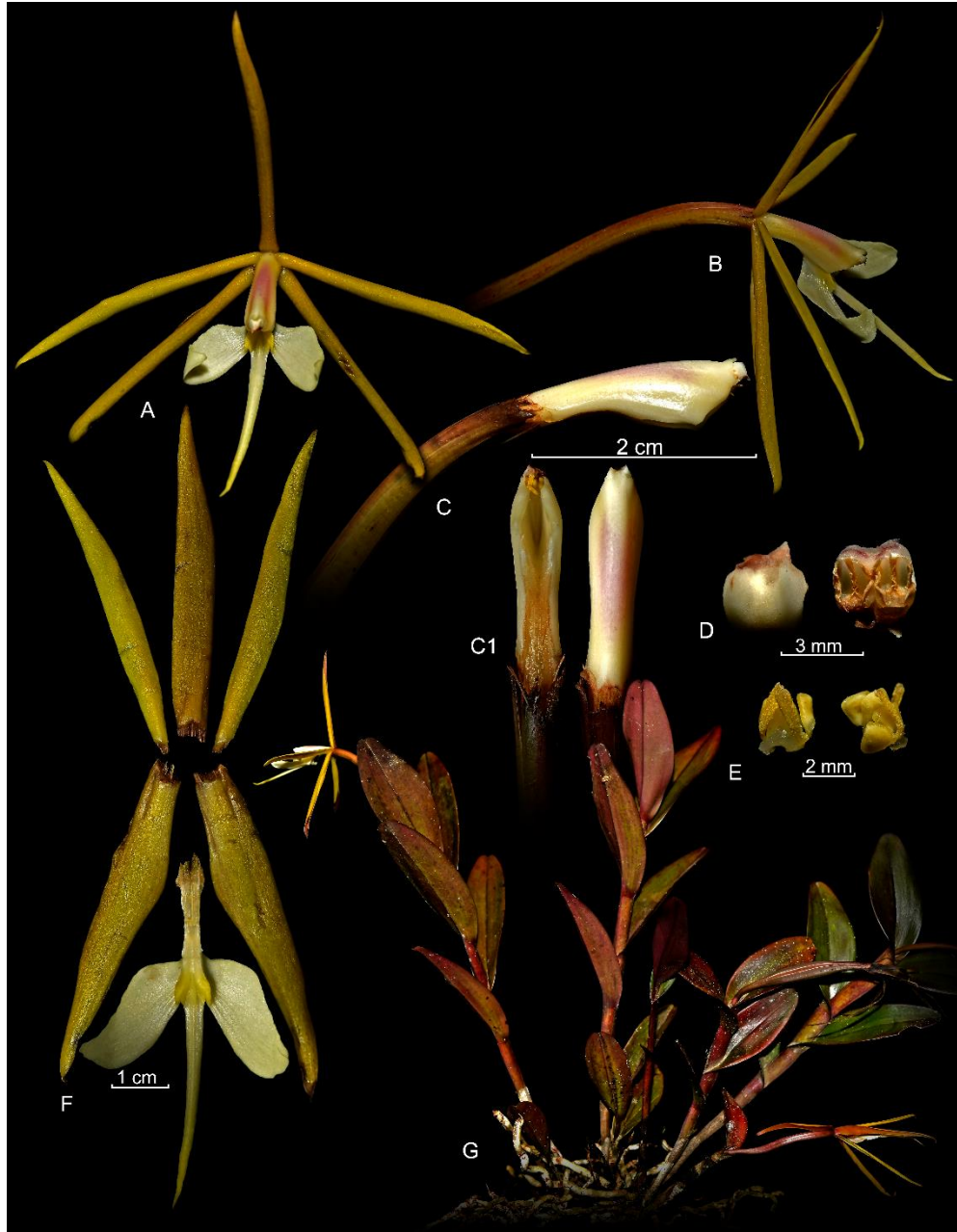
Pétalos de márgenes enteros de 40 a 70 x 2,5 a 3,0mm, extendidos parcialmente, acuminado, de 5-nervado, con numerosos nervios secundarios.

Labelo de margen entero de 27 a 53 x 24 a 30 mm, soldado a la columna, trilobulado.

Columna recta a ligeramente arqueada de 21 a 25 mm de largo.

Figura 32.

Lámina de *Epidendrum tridens*



Nota. (PA-009) A). Flor frontal, B) Flor dorsal, C) Columna dorsal y frontal, D) Polinarios, E) Polinios, F) flor disectada, G) Planta. **Fotografía:** José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín.

3.4.14. *Epidendrum vinosum* Schltr.

(Nuevo reporte para Amazonas)

Hábito: Terrestre y epífita

Altitud: 1869 m s.n.m

Estado de conservación: No categorizado||

CITES: Apéndice II

Distribución: Amazonas, Junín, Loreto, San Martín.



Hierba terrestre o epífita, simpodial de 26 a 150 cm de altura.

Raíces 2 mm de diámetro, basal, terete, carnosa, blanca.

Tallos de 11 a 100 x 0,6 a 1,3 cm, simple, en forma de caña, ligeramente sinuosa, terete, delgada, mitad basal cubierta por vainas no foliares.

Hojas elíptica a lanceolada de 10 a 22, dísticas,

las cuales se distribuyen a lo largo del tallo; presenta vainas tubulares, lisas, papiráceas, lámina de 2.8 a 7.5 x 1.4 a 3.6 cm, ápice de la hoja redondeado, coriáceos, lisos, de color verde medio, con márgenes enteros.

Inflorescencia de 12 a 100cm de largo, racemosa, cilíndricos a subsféricos; pedúnculo alargado, recto de 6,5 a 84 cm.

Flores no resupinadas de 10 a 28, sucesivas, presentando 3 a 12 flores abiertas a la vez, flores de color fucsias que varían en intensidad a rojo, labelo rosado, la columna de un rojo mucho más oscuro incluyendo las alas de la columna, antera verde y el callo de color blanco.

Sépalos oblongos, extendidos, horizontales, con 5 nervaduras, margen entero, extendidos; sépalo dorsal de 19 x 6,0 mm, oblanceolado, obtuso, sépalos laterales de 15 a 19 x 5,0 mm.

Pétalos de margen entero, extendido de 15 a 19 x 4,6 a 4,8 mm, extendidos, horizontales, oblanceolado, obtuso, trinervado.

Labelo de 5 a 8 x 7.5 a 11 mm, el cual está soldado a la columna, erecto, trilobulado, base cordada, lóbulos pequeños, de tamaño similar; callo grande, lóbulos laterales de hasta 4 x 5mm, lóbulo medio de 4,0 x 3,5mm, oblongo,

algo más estrecho en el ápice, obtuso a truncado, a veces completamente triangular, agudo.

Columna de 10.6 a 13 mm, recta, delgada y terete, con margen apical minuciosamente dentado.

Figura 33.

Lámina de Epidendrum vinosum



Nota. (PA-024). A) Flor frontal, B) Flor dorsal, C) Columna dorsal, D) Polinarios, E) Columna frontal y dorsal, F) flor disectada, G) Planta.

Fotografía: José Edquén; **LDCP:** Elmer Yrigoín

IV. DISCUSIÓN

La familia Orchidaceae se clasifica en 5 sub familias, y a su vez se distribuyen en tribus, sub tribus, grupos y géneros (Dressler, 1993); el género *Epidendrum* se distribuye en 63 grupos (Hágsater & Sánchez, 2018). En el área de estudio se registraron 19 grupos, representando el 19.05%, indicando una gran diversidad para el Área de Conservación Privada Pampa del Burro, lo que difiere con los resultados reportados por (Shanee *et al.*, 2012), quienes no reportan al género *Epidendrum* como una especie presente para el área. En Perú *Epidendrum* es uno de los géneros más ricos de la familia Orchidaceae, con una riqueza actual de 491 especies (Goicochea *et al.*, 2019; Horna *et al.*, 2021; Quispe-Melgar *et al.*, 2022). Para la Pampa del Burro se determinaron 14 especies entre epífitas y terrestres, el cual representa el 2.8% del total reportado para el país.

Según los índices de diversidad alfa se determinó que el bosque de arena blanca es el ecosistema más diverso respecto al bosque montano húmedo, desafortunadamente, en Perú los bosques de arena blanca son una de las regiones menos exploradas en cuanto a la diversidad de orquídeas, sin embargo existen otros estudios donde indican que los bosques de arena blanca presentan una vegetación muy propia, el cual se caracteriza por poseer especies monodominantes (Kauffman *et al.*, 1998; Coomes, 1997), esto concuerda con los resultados obtenidos para bosque achaparrado donde se observó un mayor número de especies del grupo *Secundum*. Según Dressler (1993), la mayoría de las orquídeas crecen solo en bosques primarios, aunque algunas prosperan en áreas perturbadas o remotas.

Las orquídeas se consideran una familia cosmopolita porque viven en la mayoría de los climas y lugares excepto en los desiertos polares o extremos (Salazar, 2014; Menchaca & Moreno, 2011). Las especies del género *Epidendrum* son terrestres, epífitas y litófitas y crecen desde bosques tropicales hasta páramos andinos (Hágsater *et al.*, 2005; Chase *et al.* 2015) y son muy abundantes en diversos hábitats (Bastidas, 2011). Varios factores parecen influir en los patrones de diversidad de estas orquídeas. Para Gentry & Dodson (1987) la diversidad empieza a aumentar a lo largo de gradientes altitudinales y gradientes de humedad. De acuerdo con Fernández & Oblitas (2018), la mayor riqueza de especies se puede evidenciar en un bosque húmedo el cual presenta altas precipitaciones

anuales y en su mayoría no estacionales, estas condiciones parecen ser impulsores de la diversidad de especies tanto de epífitas y especies vasculares terrestres (Richter *et al.*, 2008).

Para Baltazar & Solano (2020) los ecosistemas sometidos a mayor estrés ambiental presentan mayor diversidad funcional. Del mismo modo en bosques descubiertos, a diferencia de bosques húmedos, los recursos pueden estar limitados y provocan que las estrategias adaptativas de las especies se incrementen, como se observa en el grupo *Secundum* (Montes-Pulido *et al.*, 2017; Lohbeck *et al.*, 2013; Poorter, 2009). En una investigación realizada por Miranda (1996) describe a los varillales como ecosistemas dominantes en los géneros *Epidendrum*, *Maxillaria*, *Octomería*, *Pleurothallis* y *Stelis*.

Según Hamilton, Juvik & Scatena (1995) las orquídeas, principalmente epífitas, alcanzan una mayor diversidad en los bosques montanos nubosos tropicales, estos bosques generalmente se caracterizan por la presencia continua de coberturas nubosas sobre la vegetación, esto concuerda con los resultados obtenidos para los bosques montanos donde hay una diversidad de especies que son netamente epífitas como *Epidendrum clavadista* y *Epidendrum Cryptorachis*.

Para el bosques de arena blanca se reportan 12 especies, *E. ochrostachyum* del grupo *Macrostachyum* el cual presentó un mayor número de individuos para este ecosistema, colectado a una altitud de 1800 m s.n.m. Así mismo (Hágsater *et al.*, 2016) encontraron especies de este grupo creciendo en bosques achaparrados expuestos al sol, a lo largo del borde de los bosque y pastizales como parte de vegetación secundaria. Sin embargo Santa Cruz *et al.* (2020) menciona que las especies de este grupo son comunes en los bosques nublados y densos sobre 2800 m s.n.m. Del mismo modo *E. secundum*, *E. vinosum* y *E. rauhii* del grupo *secundum*, fueron los más diversos en este ecosistema, lo que concuerda con lo descrito por (Moscoso *et al.*, 2003), quienes mencionan que las especies de este grupo se caracterizan por presentar una alta adaptabilidad en áreas donde la vegetación ha sido perturbada. En los bosques evaluados de arena blanca se pudo evidenciar la deforestación y quema de bosque que existieron años atrás, por lo que se puede inferir que las especies antes mencionadas buscaron adaptarse a este ecosistema.

Las especies más representativas en los bosques húmedos fueron *Epidendrum fimbriatum* y *Epidendrum tridens*, del mismo modo en la investigación realizada por Toro (2008) indica que *Epidendrum fimbriatum* son frecuentes y con mayor número de colecciones en bosques húmedos premontanos, bosques muy húmedos premontanos y bosques pluviales premontanos, así mismo indica que *Epidendrum nocturnum* son más frecuentes en los bosques húmedos tropicales y bosque muy húmedos premontanos.

En cuanto a la dominancia de especies existe una mayor dominancia en los bosques húmedos en comparación a los bosques de arena blanca, esto quiere decir que el nicho de especies en el ecosistema de bosque montano húmedo no fue equitativo en cuanto a la diversidad, *E. fimbriatum* fue la más abundante en este ecosistema con 45 registros, seguido por *E. tridens* con 19 registros y las demás con menos de 13 individuos por especie, lo que genera una desproporción en los individuos. Del mismo modo en la investigación realizada por Chaparro (2018) encontró un grado significativo en cuanto a la abundancia de especies, reportando especies muy abundantes como *Epidendrum fimbriatum* con más de 1000 individuos por ecosistema, él concluye que *E. fimbriatum* es una especie la cual toletra a las alteraciones de los ecosistema, por lo que es una especie dominante en áreas donde las actividades antrópicas están afectando considerablemente la distribución de los bosques primarios.

El recambio de especies entre ecosistemas se midió con el índice similaridad de Jaccard el cual indica el grado de cambio en la composición de especies entre los ecosistemas evaluados (Colwell, 2009; Parra *et al.*, 2016). Los resultados indican que el bosque de arena blanca y el bosque montano húmedo tienen un grado de similitud en un 54.5%, mientras que para el índice de Sorensen estos dos ecosistemas son parecidos en un 42.5%, lo que indica que las áreas muestran ambientes diferentes.

En un trabajo realizado por Chaparro (2018) muestra un diagrama de flujo de especies de orquídeas entre los bosques altoandinos y las áreas de bosque en regeneración, donde solo el 33% de las especies que se encuentran en el ecosistema primario también fueron registros en el ecosistema degradado. Otros estudios han encontrado que la riqueza y abundancia de epífitas se reducen en los

bosques secundarios, esto se debe a que los ambientes perturbados tienden a ser más secos y expuestos a más luz (Pincheira-Ulbrich et al., 2012). Sin embargo, en este estudio se observó una mayor diversidad de especies en las zonas con mayor exposición solar, principalmente especies de *Secundum* (Santa Cruz et al., 2020). Por otra parte Morales (2012) argumenta que la composición de las orquídeas puede verse influenciada por aspectos ambientales; como su capacidad para dispersarse y establecerse, así como la presencia de polinizadores y micorrizas.

El grupo más diverso fue *Secundum*, con cuatro especies para el bosque de arena blanca y dos especies para el bosque montano húmedo, por lo que inferimos que las especies de este grupo tienen una mayor tolerancia a los cambios ambientales entre ecosistemas. En un trabajo realizado por Hernández-Rosas (1999) sobre diversidad de grupos funcionales de plantas en un bosque tropical, determinó que las especies del grupo *Secundum* presentan una amplia distribución horizontal y una mayor tolerancia a los cambios de humedad relativa a lo largo de los gradientes. Por otro lado (Moscoso *et al.*, 2003) mencionan que estas especies presentan una mayor tolerancia a radiaciones solares y pueden desarrollarse en áreas alteradas. Así mismo (Franzen *et al.*, 2009 & Farfán, 2008) mencionan que estas especies son colonizadoras agresivas de áreas desnudas.

La diversidad de especies en un ecosistema generalmente se mide por el número y la abundancia relativa de especies, pero la diversidad también se puede medir desde otras perspectivas, como la historia evolutiva o el papel funcional de cada especie en el ecosistema (Paz *et al.*, 2014). La conservación de nichos durante la historia evolutiva juega un papel fundamental en la determinación de la distribución de especies (Donoghue, 2008; Cavender-Bares, 2004). Según el índice de Phylosor la cantidad de ramas que se comparten entre las especies que hay en el bosque de arena blanca y bosque montano, existe una similitud de 80.0%, es decir hay muchas longitudes compartidas y la cantidad de longitud de ramas que hace que se diferencien es del 20.0%. Este tipo de medidas considera qué tan diferentes o singulares son los organismos, con base en sus relaciones genealógicas (ancestro-descendiente) y los diferentes modelos de evolución de genes o caracteres (Martín-Piera, 1997).

En los bosques húmedos se observó una mayor diversidad filogenética, áreas que no han sido muy intervenidas por el hombre lo que concuerda con lo mencionado por Sosa *et al.* (2018) quienes mencionan que cuando el ambiente es apto y los recursos no son escasos, las especies que son más similares entre sí y que compiten por un mismo recurso no pueden coexistir, a esto se le llama exclusión competitiva. En este tipo de comunidades generalmente se encuentran especies muy diferentes y al estimar su diversidad filogenética, se suele obtener una mayor diversidad de características.

En el bosque de arena blanca se evidenció una menor diversidad filogenética y la dominancia del grupo *secundum* lo que podría estar alterando dicha relación. Webb *et al.* (2002) indican que, cuando las condiciones del entorno no son las idóneas, solamente algunas especies con caracteres que se adaptan a estos entornos coexisten, por consiguiente, estas especies son semejantes entre sí y comparten algunos caracteres funcionales y morfológicos. Paz *et al.* (2014) mencionan que un área con baja diversidad filogenética puede estar indicando que el ensamble de las comunidades están compuestas por especies cercanas y adaptaciones particulares.

Un ecosistema con una baja diversidad evolutiva indica una radiación reciente de especies, donde todas pertenecen al mismo grupo. Desde un punto de vista ecológico, un ecosistema con una baja diversidad filogenética sugiere que los filtros ambientales seleccionan la presencia de ciertas especies evolutivamente cercanas, simplemente porque comparten adaptaciones similares con sus propias condiciones ambientales (González *et al.*, 2009).

Allen *et al.* (2019) puntualizan que cuando las presiones evolutivas obligan a que los grupos o linajes sufran radiaciones en zonas específicas, se agrupan taxones o especies nuevas en zonas pequeñas y al originarse de un mismo linaje, por lo general, presentan características semejantes, de modo que la diversidad filogenética es menor a lo esperado, como se observa en el bosque de arena blanca la presencia de varias especies del mismo linaje.

Webb *et al.* (2008) incorporaron la diversidad morfológica y el tiempo evolutivo entre las especies de un área para comprender como se ha estructurado la misma, esto propone que, aquellas áreas que presentan especies cercanamente

emparentadas se definen como una estructura comunitaria filogenéticamente agrupada, en cambio, aquellas áreas que presentan especies lejanamente emparentadas estarían presentando una estructura comunitaria filogenéticamente sobre dispersas.

Sandel, (2018) señala que existe una relación positiva entre la diversidad táxica y la diversidad filogenética, en otras palabras, las zonas con niveles altos de riqueza específica suelen presentar una mayor diversidad filogenética. Sin embargo en el presente estudio se observó que aunque el bosque montano húmedo presentó una menor diversidad táxica la diversidad filogenética fue mayor. Lo que podría haber intervenido algunos eventos ecológicos y evolutivos en la relación causando incongruencias (Kraft, 2007). Del mismo modo Pio *et al.* (2011) mencionaron que, aun cuando el incremento en el número de especies implica el incremento de la diversidad filogenética, el incremento no es siempre de la misma magnitud. Forest *et al.* (2007) señalan que agregar una especie hermana no es lo mismo que agregar especies relacionadas lejanamente con historias evolutivas radicalmente diferentes. En particular, aunque existe una correlación entre ambos indicadores de diversidad, los casos de segregación no son escasos y los patrones observados pueden diferir de los observados con la riqueza específica (Faith, 1992; Safi *et al.*, 2011; Fritz & Rahbek, 2012).

A diferencia de diversidad táxica, la diversidad filogenética agrega información sobre las relaciones entre especies que son producto de la evolución, por lo que, junto con la diversidad táxica y funcional, es un indicador útil para desarrollar estrategias de conservación e identificar áreas clave de conservación (Brooks *et al.*, 2015; Davies & Buckley, 2011). La historia evolutiva es muy fundamental; así en una mayor diversidad filogenética teóricamente existe mayor capacidad de respuesta de las comunidades biológicas a adaptarse al cambio climático (Paz *et al.*, 2014), por ejemplo un ecosistema con mayor diversidad filogenética implica el ensamble de diversos linajes, probablemente con diferentes estrategias para responder al cambio, y esto, si se conserva, no solo conserva muchas especies sino también una historia evolutiva diferente.

Por último, la gran diversidad del género *Epidendrum* L., presente en el área de estudio ilustra un prometedor sistema modelo para estudios evolutivos y

ecológicos, esto se debe a que este género muestra un grado significativo de variación morfológica, diversidad de número de cromosomas e interacciones ecológicas, que desafían los puntos de vista generalizados sobre las barreras reproductivas y la selección de hábitats (Pinheiro & Cozzolino, 2013). La amplia distribución geográfica de este género ofrece interesantes oportunidades para investigar sobre los patrones actuales de diversidad genética y de especies en diferentes ecosistemas (Hágsater & Soto, 2005; Pinheiro *et al.*, 2010).

Además, la importancia de realizar investigación biológica en áreas protegidas (áreas privadas o públicas) es generar información científica básica para entender su dinámica y tomar las medidas adecuadas para proteger los ecosistemas y sus especies con la finalidad de generar un desarrollo sostenible entre la población rural y su entorno (Pérez, 2014).

Por lo tanto en esta investigación se realizó un inventario de un total de 14 especies del género *Epidendrum*, donde se reportan 2 nuevas especies para la ciencia; *E. ochrostachyum*, similar a *Epidendrum bangii* Rolfe pero los sépalos laterales de 13 mm de largo, extendidos, ovado-elípticos y el ápice obtuso (Hágsater & Santiago, 2015). *E. parvireflexilobum*, Similar a *E. reflexilobum* C.Schweinf. Pero en general más pequeñas, con sépalos elípticos y lóbulos laterales hemiovados (Hágsater, 2020). Un reporte para Perú *E. acrobatesii*, anteriormente reportada sólo para Ecuador (Hagsater y Sanchez, 2001) y 6 reportes nuevos para el departamento de Amazonas; *E. aggregatum*, *E. blepharistes*, *E. rauhii*, *E. rugulosum*, *E. tridens* y *E. vinosum*. (Hagsater & Sanchez, 2004; Roque & León, 2006; Hagsater & Sanchez 2006; Hagsater & Sanchez 2015).

Las especies de mayor importancia registradas en el área son *E. rauhii* categorizada como una especie en peligro crítico (Roque y León, 2006) y *E. tridens* categorizada como una especie en peligro vulnerable (MINAM, 2020), según las leyes peruanas (DS 043-2006-AG) y en el Apéndice II de la CITES.

V. CONCLUSIONES

En el área de estudio se registraron un total de 14 especies; 4 para el bosque de arena blanca, 2 para el bosque montano húmedo y 8 en ambos ecosistemas. Según los índices de diversidad táxica el bosque de arena blanca es el ecosistema más diverso respecto al bosque montano húmedo siendo las especies más representativas *E. ochrostachyum*, *E. secundum*, *E. vinosum* y *E. rauhii*.

Los índices de diversidad filogenética en el bosque montano húmedo demuestran ser el ecosistema más diverso, este ecosistema representa mayor historia evolutiva, con una gran diversidad de características y muchos millones de años de evolución.

Aunque el bosque de arena blanca presenta más especies que el bosque montano húmedo, su representación de historia evolutiva es menor y la diversidad de características es baja, por el simple hecho de que existen especies de un mismo clado, en consecuencia, el aporte evolutivo de cada especie es redundante.

Se reportan 2 nuevas especies para la ciencia; *E. ochrostachyum* y *E. parvireflexilobum*, un nuevo reporte para Perú *E. acrobatesii* y 6 reportes nuevos para la región Amazonas; *E. aggregatum*, *E. blepharistes*, *E. rauhii*, *E. rugulosum*, *E. tridens* y *E. vinosum*.

Las especies de mayor importancia registradas en el área de estudio son *E. rauhii* categorizada como una especie en peligro crítico y *E. tridens* categorizada como una especie en peligro vulnerable.

VI. RECOMENDACIONES

El área de Conservación Privada Pampa del Burro tiene un potencial para la investigación científica, tanto teórica como experimental. Aquí se encuentran muchas especies de orquídeas silvestre endémicas y poco conocidas, muchas de ellas están en situación vulnerable o amenazada según clasificaciones nacionales e internacionales, por lo que se recomienda realizar estudios a nivel de estratos altitudinales, mismos que deber ser más ampliados y con mayor frecuencia.

Las colectas botánicas fueron realizadas; en los meses de marzo y agosto, en un espacio de 1.2ha que corresponde al 0.052% del área total, lo que significa que probablemente no sean todas las especies existentes en la zona, estimándose que sobrepasan las 60 especies, por lo que se recomienda realizar investigación en diferentes estaciones del año y en áreas más extensas.

Con la finalidad de conservar y disminuir la extracción ilegal de las orquídeas se recomienda realizar actividades de sensibilización y difusión de la importancia del área, enmarcando el valor de la Orquideoflora silvestre.

Generar investigaciones puntuales en la Orquideoflora de estos ecosistemas que permita conocer a mayor profundidad la diversidad presente en estos hábitats y así dar realce y mayor importancia a la gestión del Área de Conservación Privada Pampa del Burro.

Se ha observado que los bosques de arena blanca son ecosistemas con alto nivel de riqueza de especies de *Epidendrum rauhii*, *Epidendrum vinosum* y *Epidendrum secundum*. Se registra un gran número especies hibridizadas por lo que se recomienda realizar estudios a nivel cromosómico que determinen el grado de hibridación de dichas especie.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, J.M., Germain-Aubrey, C.C., Barve, N., Neubig, K.M., Majure, L.C., Laffan, S.W y Soltis, P.S. (2019). Spatial phy-logenetics of Florida vascular plants: the effects of calibration and uncertainty on diversity estimates. *Science*, 11, 57–70, <https://doi.org/10.1016/j.isci.2018.12.002>
- Baltazar, S., y Solano, R. (2020). Diversidad y rasgos funcionales de orquídeas terrestres en bosques de un área natural protegida del noreste de México. *Botanical Sciences*, 98(4), 468–485, <https://doi.org/10.17129/botsci.2600>.
- Bastidas, J. (2011). *Diversidad y Distribución Altitudinal de Orquídeas en cuatro bosques aledaños al Valle de Atriz, municipio de Pasto – Nariño*. [Tesis de grado, Universidad de Nariño].
- Benavente, L., Ocupa, L., Luis, H., Horna, O., Ugaz, A., Charcape, M., Manuel, R., y Ravelo, C. (2020). Orquídeas CITES del Caserío El Hormiguero, distrito de El Carmen de la Frontera, provincia de Huancabamba, región Piura, Noroeste del Perú. *Arnaldoa*, 27(1), 9–25, <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.271.27101>
- Brooks, T.M., Cuttelod, A. y Faith, D.P. (2015). Why and how might genetic and phylogenetic diversity be reflected in the identification of key biodiversity areas?. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 370(1662), doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0019>
- Cavender-Bares, J., Ackerly, D.D., Baum, D.A. y Bazzaz, F.A. (2004). Phylogenetic overdispersion in Floridian oak communities. *Am. Nat.*, 163, 823–843
- Chaparro, O. (2018). *Estructura de la comunidad de Orquídeas Orchidaceae en tres coberturas vegetales en un ecosistema Altoandino, Boyacá, Colombia*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/33>
- Chase, M.W., Cameron, K.M., Freudenstein, J.V., Pridgeon, A. M., Salazar, G., Van Den Berg, C. y 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>
- Christenhusz, M. J. M. y Byng, J. W. (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261(3), 201–217, <https://doi.org/10.11646/PHYTOTAXA.261.3.1>
- Colwell, R.K. y Rangel, T.F. (2009). Hutchinson’s duality: the once and future niche. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 106(2), 19651–19658, <https://doi.org/10.1073/pnas.0901650106>

- Coomes, D.A. (1997). Nutrient status of Amazonian caatinga forests in a seasonally dry area: nutrient fluxes in litter fall and analyses of soils. *Can. J. For. Res.*, 27, 831-839, <https://doi.org/10.1139/x97-008>
- Dalar, A., Guo, Y., Esim, N., Bengu, A. S., y Konczak, I. (2015). Health attributes of an endemic orchid from Eastern Anatolia, *Dactylorhiza chuhensis* Renz&Taub. – In vitro investigations. *Journal of Herbal Medicine*, 5(2), 77–85. <https://doi.org/10.1016/J.HERMED.2015.02.001>
- Damián, A., y Hágsater, E. (2016). *Epidendrum Yanatilense* (Orchidaceae: Laeliinae), a new species, from Cusco, Peru. *Phytotaxa*, 246(4), 287–292, <https://doi.org/10.11646/PHYTOTAXA.246.4.4>
- Davies, T. J., y Buckley, L. B. (2011). Phylogenetic diversity as a window into the evolutionary and biogeographic histories of present-day richness gradients for mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1576), 2414–2425, <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0058>
- Dressler, R. L. (1993). *Phylogeny and Classification of Orchid Family*. Dioscorides Press.
- Donoghue, M.J. (2008). A phylogenetic perspective on the distribution of plant diversity. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 105(1), 11549– 11555, <https://doi.org/10.1073/pnas.0801962105>
- Espinosa, T. E. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 52, 53–56.
- Faith, D. P. (1994). Genetic diversity and taxonomic priorities for conservation. *Biological Conservation*, 68(1), 69-74, [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)90548-7](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)90548-7)
- Faith, D.P. (1992). Systematics and conservation: on predicting the feature diversity of subsets of taxa. *Cladistics*, 8(4), 361–373, [10.1111/j.1096-0031.1992.tb00078.x](https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.1992.tb00078.x)
- Farfán, J. (2008). *Estrategias reproductivas de la orquídea Epidendrum xanthinum Lindl., en la Cordillera Occidental, Valle del Cauca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia].
- Fernández, J. y Oblitas, G. (2018). *Diversidad y distribución de orquídeas, en bosque, parches y paisajes intervenidos, para proponer el establecimiento de un corredor ecológico de conservación en el Bosque de Protección Alto Mayo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín].

- Forest, F., Grenyer, R., Rouget, M., Davies, T., Cowling, R., Faith, D., Balmford, A., Manning, J., Procheş, S., Van der Bank, M., Reeves, G., Hedderson, T.A. y Savolainen, V. (2007). Preserving the evolutionary potential of floras in biodiversity hotspots. *Nature*, 445(7129), 757-760.
- Franzen, J., Goldenberg, R. y Barros, F. (2009). O gênero *Epidendrum* L. (Orchidaceae) no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 23(3), 864-880, <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000300028>
- Fritz, S. A., y Rahbek, C. (2012). Global patterns of amphibian phylogenetic diversity. *Journal of Biogeography*, 39, 1373–1382, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02757.x>
- Gentry, A.H., y Dodson, C.H. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74(2), 205-233, <https://doi.org/10.2307/2399395>
- Goicochea, A., Gutiérrez, A., Ruiz, A., y Salas, M. (2019). Orquídeas del Perú: Relación de especies y sus sinónimos: Vol. I (Corporación G y G E.I.R.L, Ed.).
- Graham, C.H., Parra, J.L., Rahbek, C. y McGuire, J.A. (2009). Phylogenetic structure in tropical hummingbird communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(2), 19673-19678, <https://doi.org/10.1073/pnas.0901649106>
- Gonzalez, M.A., Roger, A., Courtois, E., Jabot, F., Norden, N., Paine, T., Baraloto, C., Thebaud, C. y Chave, J. (2009). Shifts in species and phylogenetic diversity between sapling and tree communities indicate negative density dependence in a lowland rain forest. *Journal of Ecology*, 98(1), 137-146, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01607.x>
- Gutiérrez, H., Castañeda, R., y Nauray, W. (2019). *Epidendrum suinii* (Orchidaceae: Epidendroideae) un nuevo registro para la flora peruana. *Revista Peruana de Biología*, 26(2), 271–274. <https://doi.org/10.15381/RPB.V26I2.15142>
- Hágsater, E., y Krahl, A. H. (2020). *Epidendrum deditae*, a new species of Orchidaceae (Laeliinae) from Northern Brazil. *Phytotaxa*, 440(3), 225–231. <https://doi.org/10.11646/PHYTOTAXA.440.3.4>
- Hágsater E, Sánchez, L. (2018). The Genus *Epidendrum*. "A Third Century of New Species in *Epidendrum*". *Icones Orchidacearum*, 16(1),1601-1667.
- Hágsater, E. y Sánchez, L. (2015). The Genus *Epidendrum*. "A Third Century of New Species in *Epidendrum*". *Icones Orchidacearum*, 15(1), 1501-1568.

- Hágsater, E., Santiago Ayala, E., y Rodríguez-Martínez, L. (2016). *Epidendrum lasiostachyum* (orchidaceae): a new colombian species of the *epidendrum macrostachyum* group. *Lankesteriana*, 16(1), 27–37,
- Hágsater, E. y Sánchez, L. (2006). The Genus *Epidendrum*. “Species new & old in *Epidendrum*”. *Icones Orchidacearum*, 8(5), 801-900.
- Hágsater, E., Soto, M., Salazar, G., Jiménez, R., López, M., y Dressler, R. (2005). *Las Orquídeas de México*. Instituto Chinoín.
- Hágsater, E. y Sánchez, L. (2004). The genus *Epidendrum*. “A fourth century of new species in *Epidendrum*”. *Icones Orchidacearum*, 7(4), 701-800
- Hágsater E. y Sánchez, L. (2001). The Genus *Epidendrum*. "Species New & Old in *Epidendrum*". *Icones Orchidacearum*, 4(3), 401-500.
- Hágsater, E. y Santiago, E. (2015). The Genus *Epidendrum*. "Species New & Old in *Epidendrum*". *Icones Orchidacearum*, 19(1), 1901-1949.
- Hamilton, L.S., Juvik, J.O. y Scatena, F.N. (1995) *Tropical montane cloud forest*. Springer-Verlag, New York.
- Hernández-Rosas, J. (1999). Diversidad de grupos funcionales de plantas del dosel de un bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, estado Amazonas, Venezuela. *Ecotropicos*, 12(1), 33-48.
- Hinsley, A., de Boer, H. J., Fay, M. F., Gale, S. W., Gardiner, L. M., Gunasekara, R. S., Kumar, P., Masters, S., Metusala, D., Roberts, D. L., Veldman, S., Wong, S., y Phelps, J. (2018). A review of the trade in orchids and its implications for conservation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 186(4), 435–455. <https://doi.org/10.1093/BOTLINNEAN/BOX083>
- Horna, L. O., Hágsater, E., y Jiménez, M.M. (2021). A new species of *Epidendrum* L. (Orchidaceae) of pendulous habit from Peru. *PhytoKeys*, 184, 55-66, <https://doi.org/10.3897/PHYTOKEYS.184.70844>
- Kauffman, S., Paredes, G. y Marquina, R. (1998). *Suelos de la zona de Iquitos*. *Annales Universitatis Turkuensis Ser.*
- Kraft, N.J.B., Cornwell, W.K., Webb, C.O. y Ackerly, D.D. (2007). Trait evolution, community assembly, and the phylogenetic structure of ecological communities. *Am. Nat.*, 170(2), 271–283, <https://doi.org/10.1086/519400>
- Lohbeck, M., Poorter, L., Lebrija-Trejos, E., Martínez-Ramos, M., Meave, J.A., Paz, H., Pérez-García, E.A., Romero-Pérez, I., Tauro, A. y Bongers, F. (2013). Successional changes in functional composition contrast for dry and wet tropical forest. *Ecology*, 94(6), 1211-1216, <https://doi.org/10.1890/12-1850.1>

- Lughadha, E. N., Govaerts, R., Belyaeva, I., Black, N., Lindon, H., Allkin, R., Magill, R. E. y Nicolson, N. (2016). Counting counts: Revised estimates of numbers of accepted species of flowering plants, seed plants, vascular plants and land plants with a review of other recent estimates. *Phytotaxa*, 272(1), 82–88, <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.272.1.5>
- Martín-Piera, F. (1997). Apuntes sobre biodiversidad y conservación de insectos: dilemas, ficciones y ¿soluciones?. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20, 25-55.
- Menchaca-García, R. y Moreno, D. (2011). *Manual para la propagación de orquídeas*. Comisión Nacional Forestal
- Ministerio del Ambiente – MINAM. (2015). *Guía de identificación de orquídeas con mayor demanda comercial*. Editora Image Print Peru Eirl.
- Ministerio del Ambiente – MINAM. (2020). Plan nacional de conservación de las orquídeas amenazadas del Perú. SERFOR.
- Montes, C.R., Parrado, Á. y Álvarez, E. (2017). Tipos funcionales de plantas como estimadores de carbono en bosque seco del Caribe colombiano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 241-249. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.006>
- Mooers, A., Heard, S. B., y Chrostowski, E. (2009). Evolutionary heritage as a metric for conservation. *Phylogeny and Conservation*, 120–138. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511614927.006>
- Morales, J. (2012). Diversidad y conservación de orquídeas en plantaciones de cacao del sureste de México. [Tesis de posgrado, Instituto de Ecología].
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Revista de Biología Tropical*, 49(3–4), 1300–1302.
- Moscoso, D. M., Salinas, N. y Nauray, W. (2003). Orquídeas del valle de Cosñipata, Parte Alta de la Reserva de Biósfera del Manu, Cusco-Perú. *Lyonia*, 3(2), 283-290.
- Musharof, H.M. (2011). Therapeutic orchids: traditional uses and recent advances - An overview. *Fitoterapia*, 82(2), 102–140. <https://doi.org/10.1016/J.FITOTE.2010.09.007>
- Núñez, I., González-Gaudio, É., y Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387–393.
- Ochoa Estrada, J. G. (2021). *Machupicchu en Flor*. Ochoa Estrada, Julio Gustavo, Perú.

- Parra, A. H., Tupac, J. O., Sandino, J. y Ospina, R. T. (2016). *Abejas de la orquídea (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) y su importancia como polinizadoras de amplio rango en ecosistemas naturales*. Universidad Nacional Colombia F.C.N. Departamento de Biología.
- Paz, A., Mendoza, A., Acuña, R., Urbina, D. y González, M. (2014). *Insumos técnicos para la delimitación de ecosistemas estratégicos priorizados (páramos y humedales) mapa de diversidad filogenética*. Instituto de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Pellens, R., y Grandcolas, P. (2016). Phylogenetics and Conservation Biology: Drawing a Path into the Diversity of Life. *Topics in Biodiversity and Conservation*, 14, 1–15, https://doi.org/10.1007/978-3-319-22461-9_1
- Pérez, M., Meléndez, E., Farrera, O., y López, N. (2014). *Inventario florístico de la zona de protección forestal La Frailesca*. Escuela de Biología, Chiapas, México.
- Pinheiro, F. y Cozzolino, S. (2014). *Epidendrum* (Orchidaceae) as a model system for ecological and evolutionary studies in the Neotropics. *Taxon*, 62 (1), 1-12.
- Pinheiro, F., Barros, F.D., Palma-Silva, C., Meyer, D., Fay, M.F., Suzuki, R.M., Lexer, C. y Cozzolino, S. (2010). Hybridization and introgression across different ploidy levels in the Neotropical orchids *Epidendrum fulgens* and *E. puniceoluteum* (Orchidaceae). *Molec. Ecol.*, 19, 3981–3994.
- Pio, D.V., Broennimann, O., Barraclough, T.G. y Salamin, N. (2011). Spatial predictions of phylogenetic diversity in conservation decision making. *Conserv. Biol.*, 25(6), 1229– 1239.
- Poorter, L. (2009). Leaf traits show different relationships with shade tolerance in moist versus dry tropical forests. *New Phytologist*, 181, 890-900. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02715.x>
- Posadas, P., Crisci, J. V., y Katinas, L. (2011). *Sistemática y biogeografía en la conservación de la biodiversidad*. Universitaria, Santiago, Chile
- Pridgeon, M. A. (2005). Epidendroideae. *Genera Orchidacearum*, 4(1), 672.
- Pincheira-Ulbrich, J., Rau, R. y Smith-Ramírez, C. (2012). Diversidad de plantas trepadoras y epífitas vasculares en un paisaje agroforestal del sur de Chile: una comparación entre fragmentos de bosque nativo. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 47(3-4), 411-426.
- Quispe-Melgar, H. R., Llacua-Tineo, Y. S., Ames-Martínez, F. N., Huayta, D., Lagones Poma, K. L. y Hágsater, E. (2022). *Epidendrum alejandrinae* (Orchidaceae: Laeliinae), a new species from the high Andean forests of central Peru. *Phytotaxa*, 541(3), 217–224.

- Reaka-Kudla, M. L., Feingold, J. S., y Glynn, W. (1996). Experimental studies of rapid bioerosion of coral reefs in the Galápagos Islands. *Coral Reefs*, 15(2), 101–107. <https://doi.org/10.1007/BF01771898>
- Richter, M., Diertl, K., Peters, T., Bussmann, R. W. (2008). Timberline features and structures within the subpáramo vegetation belt of southern Ecuador. *Ecological Studies*, 198, 123–136.
- Roque, J., y León, B. (2006). Orchidaceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 759–878, <https://doi.org/10.15381/RPB.V13I2.1953>
- Safi, K., Cianciaruso, M. V., Loyola, R. D., Brito, D., Armour-Marshall, K., y Diniz-Filho, J. A. F. (2011). Understanding global patterns of mammalian functional and phylogenetic diversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366, 2536–2544, <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0024>
- Salazar, G. A. (2014). *Orquideas*. Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sandel, B. (2018). Richness-dependence of phylogenetic diversity indices. *Ecography*, 41(5), 837–844, <https://doi.org/10.1111/ecog.02967>
- Santa cruz, L., Chocce-Peña, M., Vega, N., Rodríguez, E. y Campos, J. (2020). Flora orquideológica del distrito Pulán, provincia Santa Cruz, Cajamarca, Perú. *Arnaldoa*, 27 (1), 27-82, <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.271.27102>
- Shanee, N., Shanee, S., y Allgas, N. (2012). *Expediente técnico que sustenta el reconocimiento del Área de Conservación Privada Pampa del Burro - Yambrasbamba*. Neotropical Primate Conservation.
- Sosa, V., De-Nova, J.A. y Vásquez-Cruz, M. (2018). Evolutionary history of the flora of México: Dry forests cradles and museums of endemism. *Journal of Systematics and Evolution*, 56 (5), 523–536.
- Webb, C.O., Ackerly, D.D., McPeck, M.A. y Donoghue, M.J. (2002). Phylogenies and community ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33, 475– 505, <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150448>
- Webb, C.O., Ackerly, D.D. y Kembel, S.W. (2008). Phylocom: software for the analysis of phylogenetic community structure and trait evolution. *Bioinformatics*, 24 (18), 2098–2100. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btn358>

ANEXOS

Anexo 1. Constancia de depósito en el herbario (KUELAP), de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS</p>	 <p>FICA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIA AGRARIA</p>
<p>"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"</p>		
<h3>CONSTANCIA</h3> <p>N° 007-2021-H-FICA-UNTRM</p>		
<p>EL DIRECTOR DEL HERBARIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS-UNTRM</p>		
<p>Da Constancia:</p> <p>Que esta institución ha recibido de la Sra. Jessy Patricia Arista Bustamante, muestras botánicas, (números de voucher adjunto) en calidad de depósito.</p> <p>Jessy Patricia Arista Bustamante, identificado con DNI: 76771639, informa que los especímenes provienen de la Provincia de Condorcanqui, Amazonas, producto del proyecto de investigación "Diversidad de las Orchidaceae en el bosque montano del Área de Conservación Privada la Pampa del Burro: Integrando la taxonomía tradicional y el código de barras de ADN", y que corresponde a la siguiente autorización:</p> <ul style="list-style-type: none">• N° AUT-IFL-2021-033. <p>Se expide el presente documento a solicitud del interesado para los fines que hubiere lugar.</p>		
 		
<p>Eli Pariente Mondragón, Ing. For. M.Sc. Profesor Dpto. Agronomía, Agroindustrial y Forestal Director del Laboratorio de Dendrología y Herbario UNTRM (KUELAP).</p>		
<p>Chachapoyas, 23 de noviembre de 2021</p>		
<hr/> <p>Herbario KUELAP, Institución Científica Nacional Depositaria de Material Biológico (ICNDMB), Código de Autorización N° AUT-ICND-2020-001 http://sniffs.serfor.gob.pe/estadistica/es/tableros/registros-nacionales/instituciones-cientificas-nacionales-depositarias-de-material-biologico</p> <hr/>		
<p>Calle Higos Urco N° 342 – 350 – 356, Campus Universitario, Chachapoyas, Amazonas, Perú www.untrm.edu.pe</p>		






"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Number	Herbarium Voucher	Code
1	KUELAP-1115	PA-009
2	KUELAP-1126	PA-021
3	KUELAP-1128	PA-024
4	KUELAP-1130	PA-026
5	KUELAP-1149	PA-049
6	KUELAP-1157	PA-058
7	KUELAP-1162	PA-063
8	KUELAP-1166	PA-067
9	KUELAP-1167	PA-068
10	KUELAP-1177	PA-079
11	KUELAP-1179	PA-081
12	KUELAP-1195	PA-099
13	KUELAP-1203	PA-107
14	KUELAP-1218	PA-128



Eli Pariente Mondragón, Ing.For. M.Sc.
Profesor Dpto. Agronomía, Agroindustrial y Forestal
Director del Laboratorio de Dendrología y Herbario
UNTRM (KUELAP).

Anexo 2. Licencia de autorización con fines de investigación científica de flora silvestre, autorización: AUT-IFL-2021-033.

		<small>Firmado digitalmente por CERDAN QUILIANO Miriam Mercedes FAU 20502836927 soft Cargo: Directora General Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 15.06.2021 16:13:23 -05:00</small>
<p>"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres" "Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"</p>		
<p>Magdalena Del Mar, 15 de Junio del 2021</p> <p>CARTA N° D000702-2021-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS</p>		
<p>Señor ELÍ PARIENTE MONDRAGÓN Investigador Calle Higo Urco s/n Distrito Chachapoyas, Provincia Chachapoyas eli.pariente@untrm.edu.pe <u>Amazonas.</u> -</p>		
Asunto	:	Remito RDG N° D000325-2021-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS
Referencia	:	Solicitud S/N (24/05/2021)
<p>Es grato dirigirme a usted, con relación al documento de la referencia, mediante el cual solicita la autorización con fines de investigación científica de flora silvestre como parte del proyecto de investigación titulado: "Diversidad de las Orchidaceae en el bosque montano del Área de Conservación Privada La Pampa del Burro: Integrando la taxonomía tradicional y el código de barras de ADN".</p>		
<p>Al respecto y de acuerdo a lo solicitado, remito para su conocimiento y fines, la Resolución de Dirección General N° D000325-2021-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS (14/06/2021), mediante la cual se resuelve otorgar a su favor la autorización con fines de investigación científica de flora silvestre, con estudios moleculares, fuera de Áreas Naturales Protegidas, correspondiéndole el Código de Autorización N° AUT-IFL-2021-033, como parte del proyecto de investigación titulado "Diversidad de las Orchidaceae en el bosque montano del Área de Conservación Privada La Pampa del Burro: Integrando la taxonomía tradicional y el código de barras de ADN", a desarrollarse en el distrito de Yamborasbamba, provincia de Bongará, departamento de Amazonas; cuya vigencia se contabilizará desde el día siguiente hábil de su notificación.</p>		
<p>Sin otro particular, expreso mis cordiales saludos.</p>		
<p>Atentamente,</p>		
<p>Documento firmado digitalmente</p>		
<p>Miriam Mercedes Cerdán Quiliano Directora General Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR</p>		
	<p>Exp. N° 2021-18768 Av. Javier Prado Oeste N° 2442 Urb. Orrantia, Magdalena del Mar – Lima 17 T. (511) 225-9005 www.serfor.gob.pe</p>	
<p>Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: https://sgd.serfor.gob.pe/validadorDocumental/ Clave: INKMINA</p>		

Anexo 3. Panel fotográfico

Figura 34.

Montaje de fotos de las actividades realizadas en las diversas etapas



Figura 35.

Ejemplar de *Epidendrum acrobatesii* Hágsater & Dodson.



Nota. Ejemplar depositado en el Herbario (KUELAP), con código de depósito (KUELAP-1126).

Figura 36.

Ejemplar de Epidendrum aggregatum Lindl.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUÉLAP-1195).

Figura 37.

Ejemplar de Epidendrum blepharistes Barker ex Lindl.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUELAP-1130).

Figura 38.

Ejemplar de *Epidendrum calanthum* Rchb.f. & Warsz.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUÉLAP-1203).

Figura 39.

Ejemplar de *Epidendrum clavadista* Hágsater & Collantes.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUÉLAP-1179).

Figura 40.

Ejemplar de Epidendrum cryptorhachis Hágsater.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUELAP-1218).

Figura 41.

Ejemplar de *Epidendrum fimbriatum* Kunth.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUÉLAP-1162).

Figura 42.

Ejemplar de Epidendrum ochrostachyum Sp. Nov.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUÉLAP-1177).

Figura 43.

Ejemplar de Epidendrum parvireflexilobum Sp. Nov.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUELAP-1149).

Figura 44.

Ejemplar de *Epidendrum rauhii* Hágsater.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUELAP-1167).

Figura 45.

Ejemplar de *Epidendrum rugulosum* Schltr.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUELAP-1157).

Figura 46.

Ejemplar de *Epidendrum secundum* Jacq.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUÉLAP-1166).

Figura 47.

Ejemplar de *Epidendrum tridens* Poepp. & Endl.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUELAP-1115).

Figura 48.

Ejemplar de Epidendrum vinosum Schltr.



Nota. Ejemplar con código de depósito (KUÉLAP-1115).