



# UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

**“Diversidad florística en dos cimas del páramo del Santuario Nacional  
Tabaconas Namballe, Cajamarca – Perú”**

## **TESIS**

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Biología

## **AUTORA**

Noningo Mauricio, Nugkui Teresa

(ORCID: 0009-0007-4944-2167)

## **ASESOR**

Dr. Mena Álvarez, José Luis

(ORCID: 0000-0002-3716-598X)

**Lima, Perú**

**2023**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos de autor(a):**

Noningo Mauricio, Nugkui Teresa

Tipo de documento de identidad: DNI

Número de documento de identidad: 44380512

### **Datos de asesor**

Mena Álvarez, José Luis

Tipo de documento de identidad: DNI

Número de documento de identidad: 09551625

### **Datos del jurado**

JURADO 1: Tabacchi Bolivar, Dalinda Patricia

Número de documento de identidad: 25508227

Código ORCID: 0000-0002-2394-0156

JURADO 2: Montoya Terreros, Haydee

Número de documento de identidad: 08406252

Código ORCID: 0000-0003-3458-7056

JURADO 3: Porras López, Graciela Marbetty

Número de documento de identidad: 43354966

Código ORCID: 0000-0003-2720-0750

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 1.06.10

Código del Programa: 511206

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Nugkui Teresa Noningo Mauricio, con código de estudiante N° 200810905, con (DNI o Carné de Extranjería<sup>1</sup>) N° 44380512, con domicilio en Calle Francisco Almenara, distrito La Victoria, provincia y departamento de Lima, Lima.

En mi condición de bachiller en Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, declaro bajo juramento que:

(El/la) presente (tesis/ trabajo de suficiencia profesional/ proyecto de investigación)

titulado: "Diversidad florística en dos cimas del páramo del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, Cajamarca - Perú"

es de mi única autoría, bajo el asesoramiento del docente Dr. Jose Luis Hena Alvarez, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc; (el/la) cual ha sido sometido (a) al antiplagio Turnitin y tiene el 25 % de similitud final.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el(la) (tesis/ trabajo de suficiencia profesional/ proyecto de investigación), el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumo responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratifico plenamente que el contenido íntegro del(la) (tesis/ trabajo de suficiencia profesional/ proyecto de investigación) es de mi conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumo toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en el(la) (tesis/ trabajo de suficiencia profesional/ proyecto de investigación) y soy consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, me someto a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 10 de diciemb de 2023



(Nombre completo)

Nugkui Teresa Noningo Mauricio

(DNI o Carné de Extranjería  
N°) 44380512

<sup>1</sup> Se debe colocar la opción que corresponda, realizar lo mismo en todo el texto del documento.



Mg. Mario Martín Pauta Gálvez  
Jefe Unidad Grados y Títulos  
FCB

# Diversidad florística en dos cimas del páramo del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, Cajamarca – Perú

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="https://nikolayaguirre.files.wordpress.com">nikolayaguirre.files.wordpress.com</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://documents.mx">documents.mx</a> Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	2%
5	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	2%
6	<a href="https://pure.uva.nl">pure.uva.nl</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://cdc.lamolina.edu.pe">cdc.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://condesan.org">condesan.org</a> Fuente de Internet	1%

---

10	<a href="https://repositorio.unal.edu.co">repositorio.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
11	<a href="https://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
12	<a href="https://kipdf.com">kipdf.com</a> Fuente de Internet	1%
13	<a href="https://documentop.com">documentop.com</a> Fuente de Internet	1%
14	<a href="https://mountain.pe">mountain.pe</a> Fuente de Internet	1%
15	<a href="https://repositorio.ana.gob.pe">repositorio.ana.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
16	<a href="https://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
17	<a href="https://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
18	<a href="https://repositorio.oefa.gob.pe">repositorio.oefa.gob.pe</a> Fuente de Internet	< 1%
19	<a href="https://rsis.ramsar.org">rsis.ramsar.org</a> Fuente de Internet	< 1%
20	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1%

---

21 [hdl.handle.net](http://hdl.handle.net) Fuente de Internet < 1%

---

22 [idoc.pub](http://idoc.pub) Fuente de Internet < 1%

---

23 [revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe](http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe) Fuente de Internet < 1%

---

24 [dspace.esPOCH.edu.ec](http://dspace.esPOCH.edu.ec) Fuente de Internet < 1%

---

25 [cybertesis.unmsm.edu.pe](http://cybertesis.unmsm.edu.pe) Fuente de Internet < 1%

---

26 [repositorio.uchile.cl](http://repositorio.uchile.cl) Fuente de Internet < 1%

---

27 [cdn.www.gob.pe](http://cdn.www.gob.pe) Fuente de Internet < 1%

---

28 Submitted to Universidad Manuela Beltrán Virtual Trabajo del estudiante < 1%

---

29 [repositorio.unp.edu.pe](http://repositorio.unp.edu.pe) Fuente de Internet < 1%

---

30 [repositorio.unesum.edu.ec](http://repositorio.unesum.edu.ec) Fuente de Internet < 1%

---

31 [www.repositorio.usac.edu.gt](http://www.repositorio.usac.edu.gt) Fuente de Internet < 1%

---

[answers-lat.com](http://answers-lat.com)

32

Fuente de Internet

< **1** %

33

[oldri.ues.edu.sv](http://oldri.ues.edu.sv)

Fuente de Internet

< **1** %

34

[www.paramo.org](http://www.paramo.org)

Fuente de Internet

< **1** %

35

Submitted to CONACYT

Trabajo del estudiante

< **1** %

36

[i7i.c98.myftpupload.com](http://i7i.c98.myftpupload.com)

Fuente de Internet

< **1** %

37

[old.oalib.com](http://old.oalib.com)

Fuente de Internet

< **1** %

38

[www.grufides.org](http://www.grufides.org)

Fuente de Internet

< **1** %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 20 words

Excluir bibliografía

Activo





## DEDICATORIA

*A mi abuelo Víctor Mauricio (que en paz descanse), a María Mauricio (mi mamá), a Shapióm Noningo (mi papá), a mis hermanas (Karina, Claudia y Elma), a mi sobrina (Luhanna) y catalina (mi mascota) quienes han sido mi mayor motivación y soporte a lo largo de mi vida.*

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Luis Mena Álvarez, mi asesor, por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto, así como por su paciencia y asesoría durante todos estos años.

A la Dra. Haydee Montoya Terreros, por su colaboración en la identificación de especies botánicas, sus consejos y motivación para el logro de mi titulación.

A la organización World Wildlife Fund. en el Perú por el apoyo económico para desarrollar esta investigación, contribuyendo a mi formación profesional.

Al Blgo. Severo Baldeón y al M.Sc. Hamiltón Beltrán por su colaboración en la revisión y determinación de especies botánicas.

A José Cruz y a Sofía Valdivia por acompañarme en la etapa de campo y colaborar en el levantamiento de información.

A los directores y curadores del Herbario San Marcos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, del Herbario Forestal de la Universidad Nacional Agraria de La Molina y del Herbario CPUN – Isidoro Sánchez Vega de la Universidad Nacional de Cajamarca por permitirme revisar sus colecciones botánicas para la identificación de las especies recopiladas en campo para este proyecto.

A mi familia por toda la paciencia y motivación constante para continuar hasta lograr el objetivo.

A mis compañeras de estudios y amigas; Andrea Villaseca y Solange Lee por sus consejos, motivación y apoyo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
III. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
IV. OBJETIVOS .....	4
4.1. Objetivo General.....	4
4.2. Objetivos Específicos .....	4
V. MARCO TEÓRICO .....	4
5.1. El Ecosistema de Páramo.....	4
5.1.1. Condiciones climáticas. ....	5
5.1.2. Clasificación de Páramo .....	5
5.1.3. Formaciones de vida. ....	6
5.2. Distribución y extensión de los páramos Sudamericanos.....	7
5.3. El ecosistema de Páramo en el Perú .....	8
5.3.1. Clima.....	9
5.3.2. Vegetación. ....	9
5.4. Áreas Naturales Protegidas (ANPs).....	10
5.4.1. Categoría de Santuario Nacional. ....	10
5.4.1.1. Santuario Nacional Tabaconas Namballe (SNTN) .....	10
5.5. Metodología GLORIA .....	11
5.5.1. Cimas montañosas. ....	11
5.6. Cobertura .....	12
5.7. Diversidad de especies.....	12
5.7.1. Índices de diversidad. ....	12
5.7.1.1. Diversidad alfa. ....	13
5.7.1.2. Diversidad beta.....	14
5.8. Índice de valor de importancia (IVI) .....	16
5.9. Curva de acumulación de especies .....	16
5.10. R Software .....	17
VI. ANTECEDENTES .....	17
VII. HIPÓTESIS .....	21
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS .....	22
8.1. Lugar de ejecución.....	22
8.2. Tipo y diseño de investigación .....	23
8.3. Muestreo .....	24
8.4. Procedimientos y análisis de datos .....	24
8.4.1. Reconocimiento del área de estudio y selección de cimas a evaluar.....	24
8.4.2. Diseño de muestreo.....	24
8.4.3. Evaluación de los subcuadrantes de 1 x 1. ....	25
8.4.4. Colecta botánica.....	26
8.4.5. Procesamiento de muestras.....	26
8.4.6. Identificación de muestras. ....	26
8.4.7. Análisis de datos. ....	26
8.4.7.1. Evaluación de la eficiencia del muestreo de cimas en base a curvas de acumulación de especies .....	27
8.4.7.2. Evaluación de la composición florística del páramo de Ecuador (zona sur) y el páramo del norte de Perú (Piura y Cajamarca) .....	28
8.4.8. Elaboración de mapas. ....	30

8.4.9. Aspecto ético. ....	30
IX. RESULTADOS .....	30
9.1. Composición florística de las cimas .....	30
9.1.1. Endemismo florístico.....	32
9.2. Índices de diversidad .....	32
9.2.1. Diversidad Alfa.....	32
9.2.2. Diversidad Beta. ....	35
9.3. Índice de valor de importancia (IVI) .....	35
9.4. Evaluar la eficiencia del muestreo de cimas en base a curvas de acumulación.....	36
9.5. Evaluación de la composición florística del páramo de Ecuador (zona sur) y el páramo del norte de Perú (Piura y Cajamarca).....	38
X. DISCUSIÓN .....	39
XI. CONCLUSIONES .....	43
XII. RECOMENDACIONES .....	45
XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
XIV. ANEXOS .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Extensión de páramo en sudamérica .....	8
Tabla 2: Ubicación de las cimas en el SNTN .....	23
Tabla 3: Variables de investigación .....	23
Tabla 4: Parámetros florísticos calculados a partir de los datos obtenidos en los cuadrantes	27
Tabla 5: Publicaciones recopiladas en la Zona Sur de Ecuador y Zona Norte del Perú .....	28
Tabla 6: Listado de especies de plantas vasculares registradas en las cimas evaluadas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe – SNTN .....	31
Tabla 7: Especies endémicas del Perú y estado de conservación según la UICN .....	32
Tabla 8: Serie de números de Hill en las cimas evaluadas .....	33
Tabla 9: Similitud de especies entre la Cima 1 y la Cima 2 .....	35
Tabla 10: Riqueza de especies observada y estimada para las cimas evaluadas .....	37
Tabla 11: Riqueza de especies observada y estimada para la Cima 1 y Cima 2.....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Formas de vida en páramo.....	6
Figura 2: Formas de vida en páramo.....	7
Figura 3: Distribución de páramos en sudamérica .....	8
Figura 4: Ubicación del ecosistema de páramo en el Perú .....	9
Figura 5: Ubicación geográfica del Santuario Nacional Tabaconas Namballe - SNTN.....	22
Figura 6: Ubicación geográfica de las cimas en el SNTN .....	23
Figura 7: Armazón para la evaluación de cobertura .....	25
Figura 8: Número de individuos y especies en las cimas evaluadas del SNTN .....	32
Figura 9: Curva de rarefacción y extrapolación.....	33
Figura 10: Comparación de cimas para cada uno de los números de Hill ( $q=0,1$ y $2$ ).....	34
Figura 11: Rango-abundancia de las especies en las cimas evaluadas del SNTN.....	35
Figura 12: Índice de valor de importancia de las cinco especies más representativas de la cima 1 (3528) .....	36
Figura 13: Índice de valor de importancia de las cinco especies más representativas de la cima 2 (3578) .....	36
Figura 14: Curva de acumulación basada en la cobertura de la muestra con respecto a las unidades de muestreo .....	37
Figura 15: Curvas de completitud de la muestra .....	38
Figura 16: Análisis cluster para la determinación de similitudes entre Cajamarca, Piura y Ecuador (zona sur) .....	39

## RESUMEN

La presente investigación analizó la diversidad florística existente en dos cimas ubicadas en el ecosistema de páramo del sector Chichilapa en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe, Cajamarca, Perú. Se seleccionaron 2 cimas por encima de los 3500 m (Cima 1: 3528 m y Cima 2: 3578 m), dentro de las cuales se evaluaron 16 subcuadrantes de 1m<sup>2</sup> por cada cima. Como parte del estudio, se calculó el número de taxas presentes (riqueza), el porcentaje de cobertura para las especies, diversidad alfa (los números de Hill), diversidad beta (Índice de similitud de Sorensen) e índice de valor de importancia de cada especie. El estudio evidenció que el páramo peruano es un ecosistema que cuenta con una vegetación arbustiva y herbácea. Respecto a la composición florística, se registraron 2 617 individuos pertenecientes a 23 especies, 23 géneros y 17 familias. Las familias más diversas fueron Asteraceae, Ericaceae y Gentianaceae; las especies ecológicamente más importantes fueron: *Rhynchospora macrochaeta* y *Calamagrostis tarmensis*; del total de especies, 10 son nuevos registros para el Santuario y 3 son endémicas del Perú; los números de Hill ( $q=0,1$  y  $2$ ), indicaron que la Cima 2 es más diversa que la Cima 1, a pesar que esta diferencia no fue estadísticamente significativa para la riqueza y especies abundantes ( $q=0$  y  $1$ ). La diversidad beta indicó que las cimas evaluadas son similares florísticamente con un 72,2 % y comparten 13 especies. La cobertura de la muestra para este estudio fue del 97%. La similitud de la composición florística de los páramos del sur de Ecuador con los páramos del norte del Perú evidenció una continuidad biogeográfica entre estos.

*Palabras clave:* Páramo, Santuario Nacional Tabaconas Namballe, diversidad florística, cima, números de Hill, cobertura de la muestra.

## ABSTRACT

The present research explored the floristic diversity content in the paramo ecosystem in Chichilapa sector at the Tabaconas Namballe National Sanctuary, Cajamarca, Peru. Two summits above 3500 m were select (Summit 1: 3528 m and Summit 2: 3578 m), where 16 subquadrants of 1 m<sup>2</sup> for each summit were evaluated. As part the study, the number of taxa present (Richness), percentage of coverage for the species, Alpha diversity (Hill numbers), beta diversity (Sorensen similarity index) and Importance value index of each species were calculated. The study showed that the peruvian paramo is an ecosystem that has shrub and herbaceous vegetation. Regarding the floristic composition, 2 617 individuals belonging to 23 species, 23 genera and 17 family were recorded. The most diverse families are Asteraceae, Ericaceae and Gentianaceae; the most ecologically important species were: *Rhynchospora macrochaeta* and *Calamagrostis tarmensis*; of the total number of species, 10 are new records for the Sanctuary and 3 are species endemic to Peru; Hill numbers (q=0,1 and 2) indicated that Summit 2 is more diverse than Summit 1, despite the fact that this difference was not statistically significant for richness and abundant species (q=0 and 1) ; The beta diversity indicated that the evaluated peaks are floristically similar with 72.2 % and share 13 species. The sample coverage for this study was 97%. The similarity of the floristic composition of the páramos of southern Ecuador with the páramos of northern Peru evidenced a biogeographic continuity between them.

*Keywords:* Paramo, Tabaconas Namballe National Sanctuary, floristic diversity, Summit. Hill numbers, sample coverage.

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú se encuentra entre los 17 países con mayor biodiversidad a nivel mundial. El Sexto Informe Nacional al Convenio sobre la Diversidad Biológica (2019) mencionó que el país cuenta con un total de 41 tipos de ecosistemas, lo cual se debería a que existen varios factores que determinan la gran diversidad de ecosistemas como son su ubicación tropical, las principales corrientes marinas y su compleja orografía, que definen ambientes diferenciados por su altitud y condiciones climáticas. Además, alberga dos de los 36 hotspots o puntos calientes de biodiversidad que existen en el mundo, como son los Andes Tropicales y la región Tumbes-Choco-Magdalena (Mittermeier, Turner, Larsen, Brooks & Gascon, 2011), siendo el primero, el hotspot con mayor diversidad de especies en el planeta, liderando el punto de diversidad en cuanto a plantas, aves, mamíferos y anfibios. Sólo en plantas vasculares cuenta con más de 30,000 especies, siendo más del 10% de especies a nivel mundial, casi el 50% de especies endémicas de los Andes.

En los Andes del Norte se encuentra el ecosistema de alta montaña conocido como páramo, el cual es considerado un ecosistema frágil (Balslev & Luteyn, 1992), abarca desde Venezuela hasta el norte del Perú, siendo uno de los lugares del planeta menos conocidos y más importantes por poseer la mayor biodiversidad y endemismo de alta montaña del mundo, al menos en el caso de las plantas superiores. (Van der Hammen & Cleef, 1986; Smith & Cleef, 1988; Luteyn, 1999). Además, Sklenář et al., 2005 indicaron que poseen un alto grado de especies de rango restringido y géneros monotípicos (como se citó en Cuesta et al., 2012).

En los últimos años, este ecosistema ha sido reconocido por su importancia en cuanto a los servicios ecosistémicos que brinda, tales como: Captación y regulación hídrica, almacenamiento de carbono, belleza paisajística, conservación de recursos genéticos, entre otros.



En el Perú, el Ministerio del ambiente (MINAM) en el 2019 determinó que la extensión de páramo es de 82 948.54 ha siendo el 0.06 % del territorio nacional, distribuidos a lo largo de las cadenas montañosas entre los 3000 y 3700 msnm al norte de la depresión de Huancabamba (Marcelo y Millán, 2004), comprende la sierra alta de los departamentos de Piura y Cajamarca. Estos se encuentran en una zona de neblinas y suelos húmedos con abundante materia orgánica (Brack y Mendiola, 2000), presenta un 85 - 95% de cobertura vegetal y una alta diversidad florística (Marcelo y Millán, 2004).

Parte de los ecosistemas de páramo se encuentran representados y protegidos en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe (San Ignacio, Cajamarca), el cual cuenta con una superficie de 32 000 ha, con un rango altitudinal de 1600 a 3800 msnm y con una alta diversidad y endemismo (Marcelo, Sánchez y Millán, 2006). A la fecha, se han desarrollado algunas investigaciones sobre flora a partir de sondeos rápidos. Por lo que, con la finalidad de contribuir al conocimiento de estos ecosistemas, el presente estudio se basó en la evaluación de áreas cimera brindando información específica sobre la diversidad florística en esas áreas.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los páramos del territorio peruano se distribuyen en la sierra alta de las regiones de Piura y Cajamarca, son muy complejos y hasta la fecha se considera que aún falta mucho por estudiar sobre su composición florística y otros aspectos. El SNTN cuenta con una muestra de este ecosistema, el cual ha sido poco estudiado y existe escasa información acerca de la flora y diversidad florística que alberga. Considerando que es importante conocer y conservar este tipo de ecosistema, debido a que las partes altas de las montañas son áreas con altos índices de biodiversidad, son las primeras zonas donde se puede detectar efectos del cambio climático (Ruacho, González, González y López, 2013) y se puede obtener información que

sirva para la conservación del ecosistema. Es así que, para este estudio se consideró la evaluación de cimas, partiendo de las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las especies de flora que existen a más de 3500 m en las cimas del sector del páramo estudiado en el Santuario? y ¿Existirá diferencia en cuanto a la riqueza y la diversidad florística en las cimas evaluadas?

### **III. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En Sudamérica el ecosistema páramo se encuentra en cuatro países: Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. En general, las investigaciones sobre este ecosistema en los países mencionados han ido en aumento, pero si evaluamos la información a nivel específico, solo en Perú, y en el SNTN (que cuenta con esta muestra representativa de este ecosistema de páramo), las investigaciones son escasas. Los páramos están conformados por cadenas montañosas. Las montañas, son áreas de gran diversidad vegetal y animal, estas se pueden definir, delimitar y comparar fácilmente unas con otras como unidades de paisaje. Además, a pesar de su reducida área, contienen hábitats en todo tipo de exposición (Villar y Benito, 2003) y se caracterizan por tener una flora típica de esa altitud, pues no hay elementos florísticos provenientes de más arriba (Pauli et al. 2003).

En ese contexto, este estudio se realizó en dos montañas (cimas) del SNTN, por encima de los 3500 m, con la finalidad de poder conocer la distribución y abundancia de la flora en áreas cimerales y poder contribuir al conocimiento de la composición y diversidad florística de una parte de los páramos del Norte del Perú.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

- Determinar la composición y diversidad florística de dos cimas de un sector del páramo en el SNTN.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Conocer la composición florística de dos cimas ubicadas a diferente altitud.
- Conocer el valor de importancia de las especies identificadas.
- Estimar la diversidad (alfa y beta) del área evaluada.
- Evaluar la eficiencia del muestreo de cimas en base a curvas de acumulación.
- Evaluar la composición florística del páramo de Ecuador (zona sur) y el SNTN.

## **V. MARCO TEÓRICO**

### **5.1. El Ecosistema de Páramo**

“La palabra “páramo” proviene del vocablo en latín “paramus” que significa “lugar frío y desamparado”. Su origen exacto se desconoce, pero se sabe que el término fue utilizado por los celtas, los antiquísimos habitantes de la península Ibérica y de otras zonas de Europa occidental” (Llambí et al., 2012, p. 9).

El páramo es un ecosistema húmedo tropical zonal, caracterizado por una vegetación herbácea y arbustiva, está restringido a las zonas altas de algunas regiones tropicales como Sudamérica. Sus límites pueden variar dependiendo de diversas condiciones como: la posición geográfica, la topografía, la historia geológica y evolutiva del lugar y la latitud (Morales y Estévez, 2006). Tienen la capacidad de almacenar o retener el agua como una

esponja y la liberan progresivamente a las vertientes que son la principal fuente de agua para las partes bajas del páramo (Mena y Hofstede, 2006).

“Florísticamente, el páramo es único y diverso y hasta el 60% de sus 3000–4000 especies de plantas vasculares pueden ser endémicas” (Aguirre-Mendoza, Aguirre, Merino y Ochoa, 2015, p.65).

### **5.1.1. Condiciones climáticas.**

El páramo tiene el típico clima tropical de alta montaña, donde la temperatura varía entre -6 a 20 °C, la irradiación solar y la humedad relativa son altas y la presión atmosférica muy baja. La precipitación es moderada, variando desde los 700 mm hasta los 3000 mm. Sin embargo, la lluvia es extremadamente variable en espacio y tiempo. Generalmente, las intensidades de lluvia son bajas (como lloviznas). El viento puede ser muy fuerte y altamente variable en dirección, debido a las pendientes fuertes y la topografía accidentada (como se citó en Buytaert et al., 2012).

### **5.1.2. Clasificación de Páramo**

De acuerdo a Cuatrecasas (1958) el piso páramo puede subdividirse en tres subpisos:

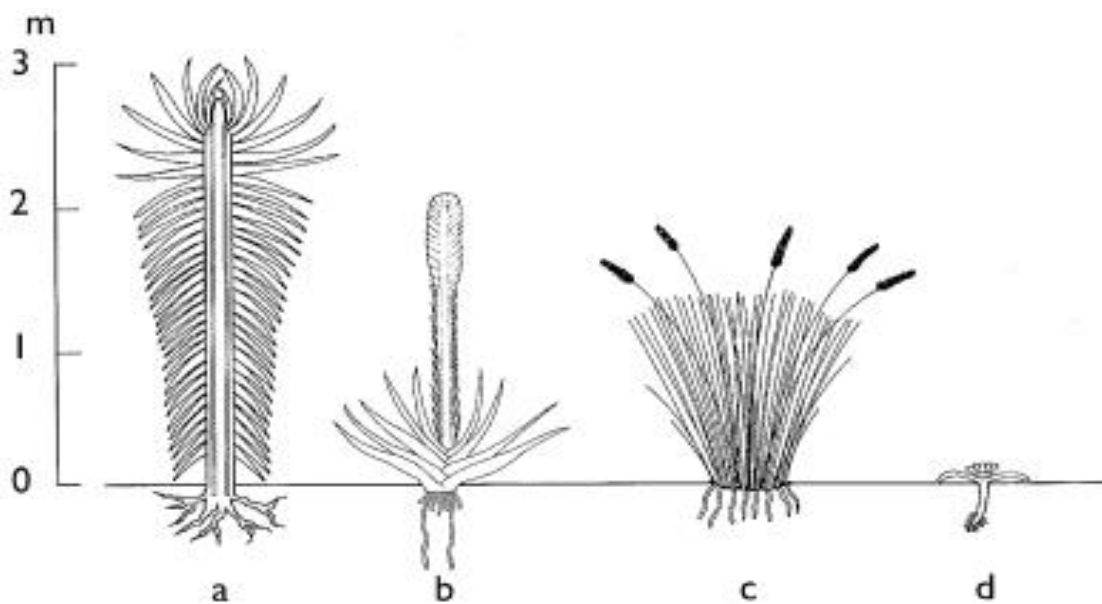
- A) El Subpáramo: Formado por la zona de transición entre el bosque andino y el páramo propiamente dicho, su vegetación es una mezcla de ambos. Está dominado por arbustos y salpicado por arbolitos procedentes del bosque nublado y se encuentra entre los 3000 y los 3500 m (Cuatrecasas, 1958, Cleef, 1978).
- B) El Páramo propiamente dicho: Está cubierto por pastos de matas, principalmente pertenecientes al género *Calamagrostis*. Se encuentran

esparcidos los arbustos del subpáramo y algunos pueden formar matorrales. Se encuentra entre 3500 y 4100 m (Cleef, 1978).

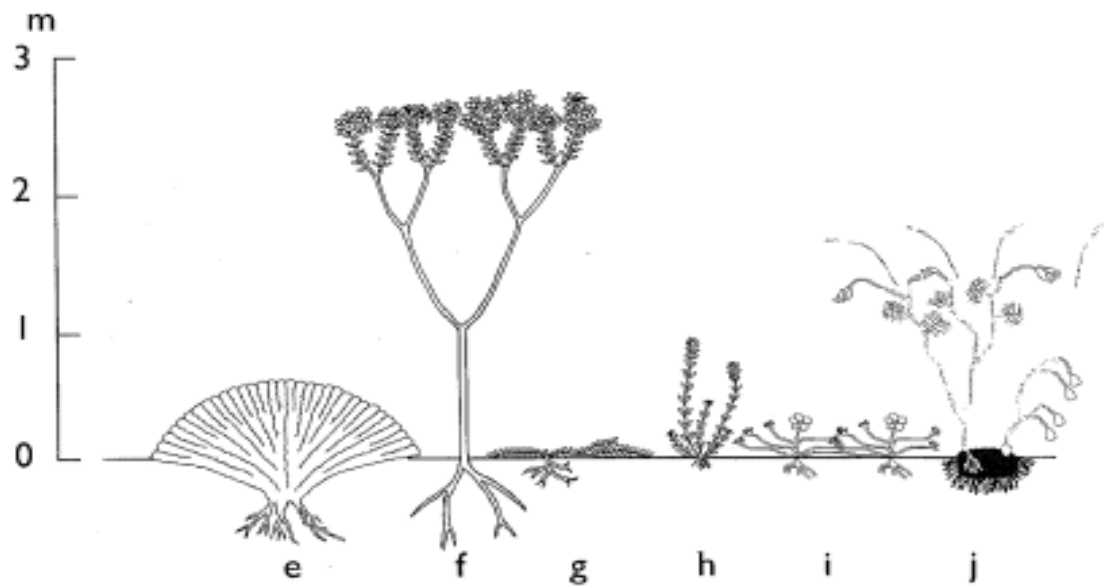
- C) El Superpáramo: Se considera que ocurre en la zona de nieve y hielo, donde la vida vegetal deja de existir casi en su totalidad, la cobertura vegetal es escasa y discontinua y se encuentra desde los 4100 m hasta los 4750 m (Cleef, 1978).

### 5.1.3. Formaciones de vida.

Las plantas de páramo están sometidas a difíciles condiciones ambientales de un ecosistema de alta montaña que incluyen bajas temperaturas nocturnas y gran amplitud térmica diaria, altos niveles de radiación y suelos generalmente pobres en nutrientes. De modo que, cada forma de vida representa un plan de crecimiento, una “estrategia” diferente (Monasterio y Sarmiento, 1991; Azócar y Rada, 2006). Por lo tanto, podemos encontrar las siguientes formas de vida:



*Figura 1:* Formas de vida en páramo: Rosetas caulescentes (a), rosetas basales (b), penachos (c), rosetas acaulescentes (d). Fuente: Ramsay & Oxley (1997)



*Figura 2:* Formas de vida en páramo: Cojines y tapetes (e), arbustos erectos (f), arbustos prostrados (g), hierbas erectas (h), hierbas prostradas (i), hierbas rastreras y trepadoras (j). Fuente: Ramsay & Oxley (1997)

## 5.2. Distribución y extensión de los páramos Sudamericanos

Los páramos sudamericanos propiamente dichos se encuentran desde la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia y la Cordillera de Mérida en Venezuela, hasta la depresión de Huancabamba en el Perú (aproximadamente entre los 11° de latitud Norte y los 8° de latitud Sur), y constituyen un componente importante de la biodiversidad de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú (Balslev y Luteyn, 1992; Luteyn, 1999; Hofstede, Segarra y Mena, 2003).

Están distribuidos en los Andes del Norte, en todas las montañas tropicales, con una distribución discontinua van creando una serie de “islas de vegetación paramera” restringidas a las partes más altas, brindando al ecosistema una configuración parecida a la de un archipiélago (Llambí et al., 2012).



**Tabla 1**  
*Extensión de Páramo en Sudamérica*

País	Área total de Páramo (Ha)
Colombia	2,906,137
Ecuador	1,515,273
Perú	82,948.54
Venezuela	266,000
<b>Total</b>	<b>4,770,358.54</b>

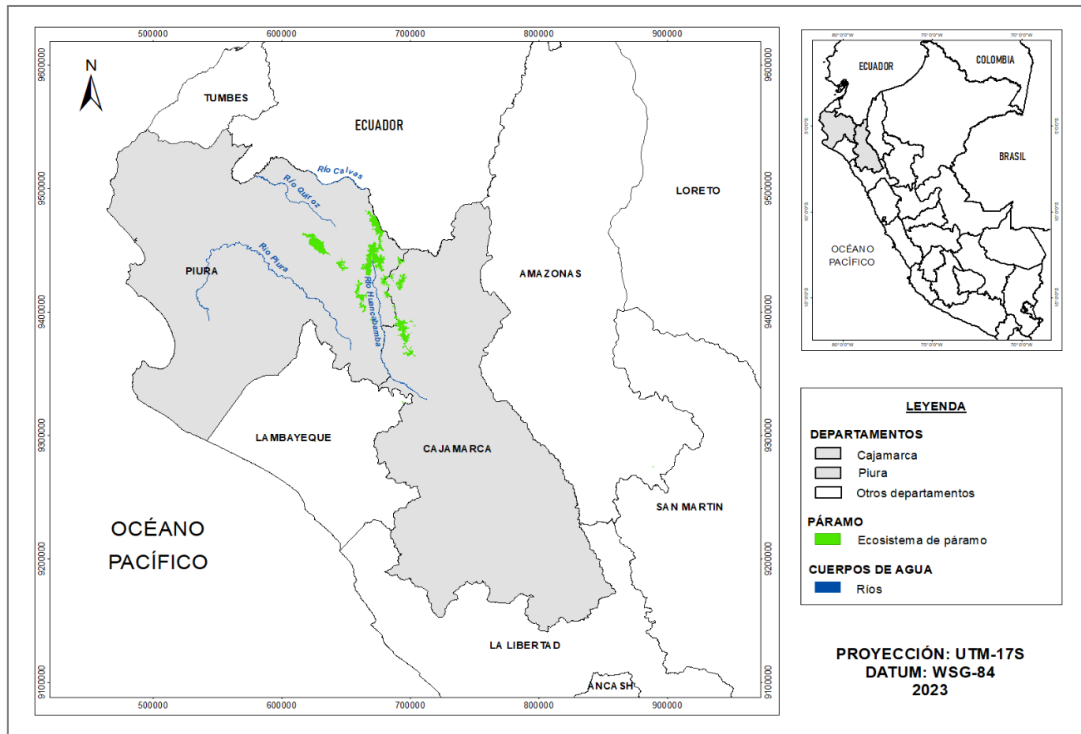
Fuente: Web del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC, Terán-Valdez, et al., 2019, MINAM, 2019, Hofstede et al., 2014.

*Figura 3.* Distribución de páramos en Sudamérica.  
Fuente: Llambí y Cuesta, 2014.

### 5.3. El ecosistema de Páramo en el Perú

En el Perú los páramos corresponden a un área geográfica en el Norte, en las cumbres andinas de las regiones de Piura y Cajamarca (Sánchez, 2012) y colinda con el Parque Nacional de Podocarpus (PNP) en el Ecuador, ocupan una superficie de 82 948.54 ha que representa el 0,06 % del territorio nacional (MINAM, 2019), se localizan en las alturas de la Cordillera de los Andes y la Cordillera del Guamaní entre los 3000 y 3700 msnm (Hocquenghem 1998; Marcelo y Millán, 2004). Configuran un paisaje de pastizales y lagunas como zona receptora de precipitaciones, conformando nacientes de cuenca desde las cuales, las aguas discurren hacia las zonas bajas de las cuencas de los ríos Calvas, Quiroz, Piura, Chinchipe y Huancabamba (Hocquenghem, 1998) (Ver figura 4). Los páramos se ubican en un “hundimiento” de la cordillera andina llamada deflexión Huancabamba que hace que la

altitud media de esta región andina sea de 2144 msnm y define el límite meridional entre los andes centrales y los norteños del Perú.



*Figura 4:* Ubicación del ecosistema de páramo en el Perú. Elaborado a partir de información obtenida en la Web Geo Gps Perú

### 5.3.1. Clima.

El páramo peruano se sitúa cerca de la línea ecuatorial, por lo que la temperatura media anual varía entre 6 a 12 °C, con una precipitación alta; debido a las fuertes lluvias y la condensación de la humedad ambiental.

### 5.3.2. Vegetación.

Es un ecosistema que alberga muchas especies de plantas endémicas, adaptadas a condiciones físico-químicas y climáticas específicas, tales como la baja presión atmosférica, radiación ultravioleta intensa, y los efectos de secado por el viento (Luteyn, 1992). Se caracteriza por presentar un paisaje dominado por gramíneas macollantes cespitosas de hojas



convolutas, plantas en rosetas con escapos emergentes, rosetas acaules, arbustos siempre verdes de hojas coriáceas o pubescentes y plantas almohadilladas; presenta 85 - 95% de cobertura vegetal y una alta diversidad florística. Este tipo de vegetación se encuentra dispersa a lo largo de las cadenas de montañas altas desde los 3000 a 3700 m al Norte de la Depresión de Huancabamba (Marcelo y Millán, 2004).

#### **5.4. Áreas Naturales Protegidas (ANPs)**

“Las áreas naturales protegidas son espacios continentales y/ o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos y declarados como tales, incluyendo sus categorías y zonificaciones, para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país” (Ley N° 26834, p. 1).

##### **5.4.1. Categoría de Santuario Nacional.**

“Áreas donde se protege con carácter intangible el hábitat de una especie o una comunidad de la flora y fauna, así como las formaciones naturales de interés científico y paisajístico” (Ley N° 26834, p. 9).

##### **5.4.1.1. Santuario Nacional Tabaconas Namballe (SNTN)**

El SNTN, fue creado el 23 de mayo de 1988, con el objetivo de proteger y conservar una muestra representativa de la zona de Páramo. Así como también, proteger y conservar especies en vías de extinción, como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el tapir de altura (*Tapirus pinchaque*), y proteger las cuencas de los ríos Tabaconas, Miraflores y Blanco (SERNANP, 2015).

El SNTN fue establecido comprendiendo aproximadamente 29 500 ha. Sin embargo, con el uso de imágenes satelitales se ha recalculado su extensión y desde el 2009 su superficie supera los 32 000 ha, cuenta con un rango altitudinal de 1600 a 38000 msnm y en el destacan las Lagunas Las Arreviatadas declaradas como sitio RAMSAR desde 2007 (SERNANP, 2015).

Dentro del Santuario se han identificado tres tipos de ecosistemas: Páramo, Bosque de neblina y Humedales o cuerpos de agua.

## **5.5. Metodología GLORIA**

GLORIA, acrónimo de Global Observation Research Initiative in Alpine Environments, es decir, Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos, propone la evaluación de cimas en una zona de alta montaña ubicadas sobre el límite superior de los árboles, a lo largo de un gradiente altitudinal (desde el ecotono entre el bosque y páramo, hasta donde exista vida vegetal vascular), empleando muestreo de puntos fijos con un marco enrejado de 1 m<sup>2</sup> (Pauli, et al., 2003).

### **5.5.1. Cimas montañosas.**

Pauli et al. (2015), indicaron. “Las cimas montañosas constituyen hábitats excepcionales tanto por su posición geomorfológica destacada como por sus condiciones climáticas, su hidrología y, desde luego, su vegetación; además, conforman sólo una pequeña parte de la biozona alpina” (p. 20).

Una característica resaltante de las montañas es la presencia de ecotonos bien definidos. Además, estas áreas presentan una gran diversidad vegetal y animal, se pueden definir, delimitar y comparar fácilmente unas con otras como unidades de paisaje (Villar y Benito, 2003). También, debido a sus restricciones climáticas, tanto la distribución de la

vegetación como la composición de las especies pueden cambiar en trechos cortos (Pauli, et al., 2015). Cabe mencionar que, a pesar de su reducida área, contienen hábitats en todo tipo de exposición (Villar y Benito, 2003) y se caracterizan por tener una flora típica de su altitud, debido a que la composición florística no se ve influenciada de elementos venidos de más arriba (Pauli, et al., 2003).

## **5.6. Cobertura**

Es la proporción de la superficie muestreada recubierta por la proyección vertical de la vegetación. Es la variable más utilizada para cuantificar la abundancia de especies vegetales. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% Cob = \frac{\text{Número de registros de la especie}}{\text{Número total de registros}} \times 100$$

## **5.7. Diversidad de especies**

La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (UNEP, 1992, p.89).

### **5.7.1. Índices de diversidad.**

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies y el número de individuos de cada especie. Para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del

paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma puede ser de gran utilidad (Moreno, 2001).

#### 5.7.1.1. *Diversidad alfa.*

“Es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea” (Moreno, 2001, p.21).

- Índice de Shannon Wiener: Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. (Villareal, et al. 2004, p. 191). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

$P_i$  = Proporción de individuos hallados en la especie *i*ésima; se calcula mediante la relación  $n_i/N$

$n_i$  = Número de individuos o cobertura de la especie *i*

$N$  = Suma del número total de individuos o de las coberturas de todas las especies

$\ln$  = Logaritmo natural

- Índice de Simpson: Muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra corresponden a la misma especie (Villareal, et al. 2004, p. 190). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\lambda = \sum (n^2/N^2) = \sum p_i^2$$

Donde:

$n$  = Número de individuos en la *i*ésima especie

N= Número total de individuos en la muestra

- Serie de números de Hill: Hill, 1973 (como se citó en Moreno, 2001) indica que es una serie de números que permiten calcular el número efectivo de especies en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa.

$$N_k = \left( \sum (p_i^k) \right)^{1/(1-k)}$$

La derivación de esta ecuación genera diferentes órdenes denominados q. Los tres primeros coinciden con las tres medidas de diversidad más importantes: Riqueza de especies (q=0), diversidad de Shannon (q=1, exponencial de la entropía de Shannon) y diversidad de Simpson (q=2, inverso de Simpson). Como se detalla a continuación:

$N_0$  = Número total de especies (S)

$N_1$  = Número de especies abundantes =  $e^{H'}$  =  $\exp(\sum p_i (-\log p_i))$

$H'$  es el Índice de Shannon-Weiner

$N_2$  = Número de especies muy abundantes =  $1/\lambda$  =  $1/\sum p_i^2$

$\lambda$  es el índice de Simpson

Moreno, Barragán, Piñeda y Pavón (2011) indican. “Una ventaja de expresar la diversidad de una comunidad en números de especies efectivas es que permite comparar la magnitud de la diferencia en la diversidad de 2 o más comunidades” (p.1253).

#### **5.7.1.2. Diversidad beta**

Expresa el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes muestras (comunidades) en un ecosistema. Indica el grado de similitud y disimilitud.

- Índice de similitud de Sorensen: “Relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios” (Villareal, et al. 2004, p. 192). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_s = \frac{2c}{a + b}$$

Donde:

a: Número de especies en el sitio A

b: Número de especies s en el sitio B

c: Número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir, que están compartidas.

- Índice de similitud de Jaccard: “Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas” (Villareal, et al. 2004, p. 192). Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_j = \frac{a}{a + b - c} \times 100$$

Donde:

I<sub>j</sub>: Índice de similitud de Jaccard

a: Número de especies de la muestra A

b: Número de especies de la muestra B

c: Número de especies en común

## 5.8. Índice de valor de importancia (IVI)

Cottan y Curtis (como se citó en Campo y Duval, 2014) indican que el IVI define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$IVI \% = AR + FR$$

Donde:

- Abundancia relativa (AR): Es la relación porcentual del número de individuos de la especie con respecto al total de individuos de la parcela, representada como la cobertura, es decir,  $AR = \% \text{ Cob.}$
- Frecuencia relativa (FR): Es la relación porcentual entre la frecuencia de la especie (FA) y la suma de la frecuencia de todas las especies.

$$FR = \frac{\text{Frecuencia de la especie (FA)}}{\text{Sumatoria de la frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

A partir de:

$$FA = \frac{\text{Subcuadrantes que aparece la especie}}{\text{Total de subcuadrantes}}$$

## 5.9. Curva de acumulación de especies

“Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestro, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es por esto que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos” (Villareal, et al., 2004, p.195).

### 5.10. R Software

R es un lenguaje y entorno para gráficos y computación estadística. R forma parte de un proyecto colaborativo y abierto. Sus usuarios pueden publicar paquetes que extienden su configuración básica (Ihaka & Gentleman, 1996).

- iNEXT es un paquete de R: Proporciona funciones simples para calcular y trazar dos tipos de curvas de rarefacción y extrapolación (basadas en el tamaño de la muestra y en la cobertura) para la diversidad de especies (números de Hill) basadas en datos de abundancia basados en individuos o datos de incidencia basados en unidades de muestreo (Hsieh & Chao, 2016).

## VI. ANTECEDENTES

En general, los trabajos realizados para los Páramos de Perú, son escasos. Para el Departamento de Piura **Sabogal y Quinteros (2013)** realizaron un inventario para comparar la flora vascular de San Juan de Cachiaco (área de estudio ubicada entre los 3168 y los 3227 msnm) y Samanga (área de estudio ubicada entre los 3207 y los 3356 msnm) en los páramos de la provincia de Ayabaca. En Samanga, se registraron 67 especies, de las cuales 8 fueron especies endémicas y las familias más representativas fueron: Asteraceae, Poaceae y Ericaceae. En el páramo de San Juan, se registraron 86 especies, 14 de estas fueron endémicas y las familias más representativas fueron: Asteraceae, Rosaceae, Ericaceae y Cyperaceae. Concluyeron que los páramos estudiados se encontraban en subpáramo, por la altitud y las especies encontradas. Por último, el índice de Sorensen indicó que la similitud entre ambos espacios fue de 26.09% por lo que se trató de dos comunidades diferentes.

**Sabogal (2008)** con el objetivo de estudiar el manejo y el estado de la vegetación herbácea en una zona de Páramo de la Sierra de Piura, evaluó 10 caseríos: Arenales, Pircas,



Rangrayo, Altos de Poclus, México, San Diego, Pechuguis, Florecer, San Pedro, Nogal en el distrito de Frías ubicados en la provincia de Ayabaca. Se instalaron 30 parcelas distribuidas al azar, de 5x5 m (25 m<sup>2</sup>) en total 750 m<sup>2</sup>. En cada parcela se determinó las especies presentes, su distribución, el porcentaje de las especies según la familia vegetal y se tomaron muestras de suelo. Se encontraron 63 especies, la familia más representativa fue Asteraceae (17 especies), seguida por la familia Poaceae (14 especies) y el resto de familias se encontró con 5 o menos especies. Se determinó que los suelos son altamente ácidos (5.12), con un elevado contenido de aluminio y materia orgánica. También, que se encuentran altamente degradados debido al sobrepastoreo. Finalmente, concluyó que el elevado porcentaje de poaceas podría estar relacionado al suelo degradado, lo mismo que el bajo número de especies de las demás familias.

Para el departamento de Cajamarca **Sánchez (2014)** realizó un estudio etnomedicinal del páramo del distrito Chetilla y Magdalena en Cajamarca (área del sitio piloto del Proyecto Páramo Andino). Los resultados mostraron la presencia de 65 especies de 34 familias con algún uso medicinal reconocido por los pobladores. Otro material importante para este departamento fue la publicación de **Sánchez I. y Sánchez A. (2012)** el libro titulado “La diversidad biológica en Cajamarca, visión étnico –cultural y potencialidades”, donde presentan las comunidades de flora en los ecosistemas de páramo, aspectos geográficos, hidrográficos, climáticos, sistemas ecológicos, principales especies que en ellos habitan y la acción antrópica respectiva de la región. También, **Rodríguez et al. (2006)** realizaron trabajo de campo y de herbario desde 1993 hasta el 2002, principalmente en el norte del Perú, en los departamentos de Amazonas (Prov. Bagua y Condorcanqui) y Cajamarca (Prov. San Ignacio), siendo un esfuerzo conjunto entre el Herbarium Truxillense (HUT) y el Herbario del Missouri Botanical Garden (MO) en el marco del Proyecto Flora del Perú. Como resultado obtuvieron 131 nuevas adiciones de Angiospermas a la Flora Peruana, 18 especies nuevas, 6

cambios taxonómicos y 107 nuevos registros, es decir, especies que amplían su distribución geográfica hacia el Perú. Así como también la publicación de **Marcelo, Sánchez y Millán (2006)** donde realizaron una evaluación de la diversidad de los páramos de El Espino y Palambe en Jaén en el departamento de Cajamarca a altitudes entre 3000-3560m mediante sondeos botánicos rápidos en diferentes épocas del año. Reportaron un total de 252 especies en 133 géneros pertenecientes a 58 familias. También, encontraron tres nuevos géneros y 40 especies para el páramo del Neotrópico. Concluyeron que la diversidad florística es rica en la zona, representando el 27.6% del total de especies reportadas para los páramos del Perú y esto con respecto a otros páramos del país y Sur del Ecuador.

Para el SNTN, **Amanzo et al. (2003)** presentaron una evaluación biológica rápida de plantas, insectos, reptiles y anfibios, aves y mamíferos. Para obtener un listado de flora realizaron recorridos en los alrededores de las Lagunas Arrebiatadas, El Sauce y Río Samaniego. Finalmente, registraron 238 especies y la familia Asteraceae obtuvo la mayor riqueza con 26 especies. **Marcelo y La Torre (2006)** realizaron una evaluación rápida de la vegetación de las zonas adyacentes a las Lagunas arrebiatadas ubicadas en la cuenca alta del río Tabaconas. Se evaluaron un total de 20 puntos ubicados en la Laguna Cuatro Amigos, Laguna Lagarto, Laguna Corazón San Miguel y Laguna Victoria donde se instalaron transectos de 2 m x 10 m (0.02 ha), se obtuvieron datos de especie, número de individuos o cobertura por especie usando la escala de Van der Maarel (1978). Reportaron 128 especies, 73 géneros y 37 familias. La familia más diversa fue Asteraceae con 13 géneros y 24 especies. También se identificaron a dos especies endémicas: *Calceolaria rhododendroides* y *Halenia bella*. Finalmente, se reconocieron dos tipos de hábitat, pajonal y matorral.

La empresa **consultora Asesores y Consultores RRR E.I.R.L (2009)** realizó un inventario de flora y fauna acuática en el SNTN. Para flora se evaluaron 5 rutas, pasando por las poblaciones asentadas cerca del ANP y dentro del área de amortiguamiento, se

identificaron un total de 128 familias, encontrándose dentro de la clase Dicotyledoneae a las diez familias con mayor diversidad a: Asteraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Solanaceae, Piperaceae, Ericaceae, Lauraceae, Gesneriaceae, Valerianaceae, y Gentianaceae. Las cuatro familias de la clase Monocotyledoneae con mayor diversidad fueron: Orchidaceae, Poaceae, Alstromeriaceae y Bromeliaceae.

A continuación, se presentan algunas publicaciones donde se evalúan cimas para determinar composición y diversidad florística.

**Caranqui, Haro, Salas y Palacios (2013)** evaluaron la diversidad florística de 11 localidades de muestreo en páramo herbáceo y de almohadillas en la provincia de Chimborazo en Ecuador, adaptando la metodología GLORIA, en cada cima se instalaron cuadrantes de 5x5m y se evaluaron 22 parcelas de 1m<sup>2</sup> para el total de localidades. Se tomaron datos de riqueza y cobertura de las especies para determinar densidad, diversidad (índice de Simpson) y similitud (Índice de Bray Curtis). Se encontraron un total 21 familias, 42 géneros y 53 especies en las parcelas. Los datos obtenidos reflejaron una diversidad que puede ir de media a baja.

**Ruacho, et al. (2013)** evaluaron las cimas de tres de los picos más altos de la Sierra Madre Occidental en México: Cerro Gordo, Huehuento y Las Antenas con la finalidad de comparar su riqueza específica y medir la similitud florística entre las cimas. Los muestreos se basaron en la metodología propuesta por el Proyecto GLORIA y se instalaron un total de 76 cuadros. Para este estudio se registraron un total de 175 especies distribuidas en 97 géneros y 43 familias, del total de especies, únicamente dos se encontraron en los tres cerros. Además, el Cerro Gordo (3347 m.s.n.m.) y el Huehuento (3262 m.s.n.m.), sólo comparten 13 (17%) especies entre sí. Adicionalmente, se realizó un análisis de conglomerados que confirmó la poca similitud florística entre estas cimas y a su vez estos comparten sólo el 12% de su flora con Las Atenas (3224 m.s.n.m.).

**Eguiguren, Ojeda y Aguirre (2010)** presentaron información de la diversidad florística de la zona piloto del ecosistema de páramo del Parque Nacional Podocarpus en Ecuador. Identificaron y seleccionaron tres cimas. En toda la zona piloto se instalaron 48 parcelas permanentes de 1m<sup>2</sup> (16 parcelas por cada cima), basándose en la metodología GLORIA. Registraron en las tres cimas 86 especies, 60 géneros y 33 familias. En todas las cimas se evidenció una diversidad alfa alta, el análisis estadístico indicó una diferencia significativa entre CIA y CIB que son las cimas más cercanas y que la similaridad fue menor entre estas.

**Cuesta et al. (2012)** como parte de un trabajo regional de la Red de monitoreo GLORIA - Andes creada para monitorear los efectos del cambio climático en ecosistemas de alta montaña (páramo y puna), obtuvieron información homologable de 9 sitios establecidos desde Colombia hasta Argentina, que permitirá, a través del tiempo, realizar comparaciones. Se evaluaron 34 cimas (16 m<sup>2</sup> en cada cima), 19 ubicadas en páramo y 15 en puna; adaptando la metodología GLORIA, además emplearon los Puntos y Áreas flexibles en las cimas. Se analizó riqueza, cobertura y diversidad de comunidades de flora. Se registraron 752 taxones. Las familias más diversas fueron: Asteraceae, Poaceae, Caryophyllaceae, Brassicaceae y Rosaceae. Los sitios ubicados en páramo evidenciaron dos grupos muy diferentes. El primero, representado por sitios ubicados en los páramos del norte de Ecuador y Cocuy en Colombia compuesto por páramos dominados por pajonales. El segundo grupo compuesto por los páramos arbustivos del sur de Ecuador y norte del Perú. En general, los sitios de páramo reportaron valores de diversidad más altos que los sitios de puna para los tres indicadores medidos (diversidad, riqueza y equidad).

## VII. HIPÓTESIS

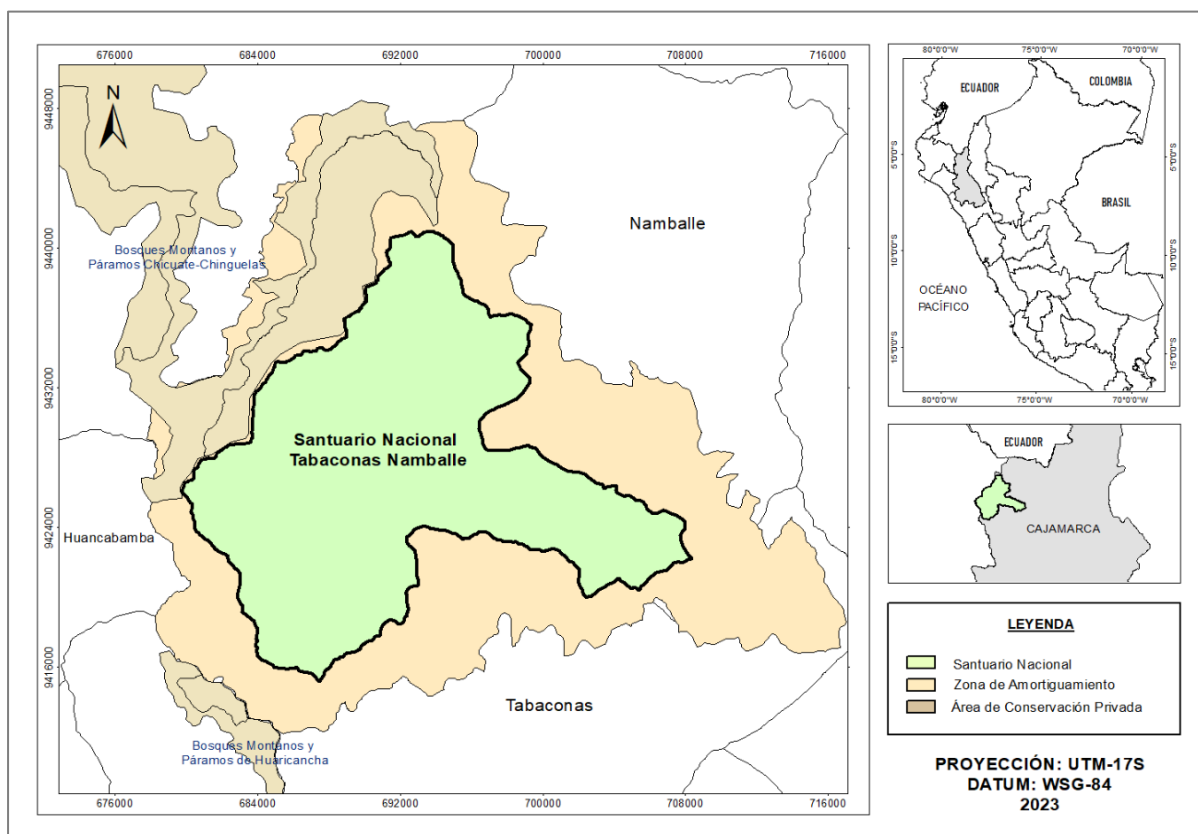
- Hipótesis nula: La similitud de las dos cimas es menor de 50%.

- Hipótesis alternativa: La similitud de las dos cimas es mayor de 50%.

## VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se realizó en el SNTN, el cual se encuentra ubicado en la provincia de San Ignacio, en los distritos de Tabaconas y Namballe, en el norte del departamento de Cajamarca, con las coordenadas geográficas 05°02'30" – 05°17' latitud Sur y 79°23'00" – 79°06'06" longitud Oeste y con una extensión de 32 200 ha.



*Figura 5.* Ubicación geográfica del Santuario Nacional Tabaconas Namballe - SNTN. Elaborado a partir de información obtenida en la Web Geo Gps Perú

Dentro del ANP se evaluó el ecosistema de páramo en el sector de Chichilapa por encima de los 3000 m de altitud donde se seleccionaron 2 cimas con características

geomorfológicas similares, expuestas a las mismas condiciones climáticas, siendo su principal diferencia su altitud (Tabla 2 y Figura 5).

Cima	Altitud*	Latitud	Longitud
1	3528 m	689192	9421785
2	3578 m	689092	9422127

\*Tomado del Punto Cumbre (PC) de la cima.

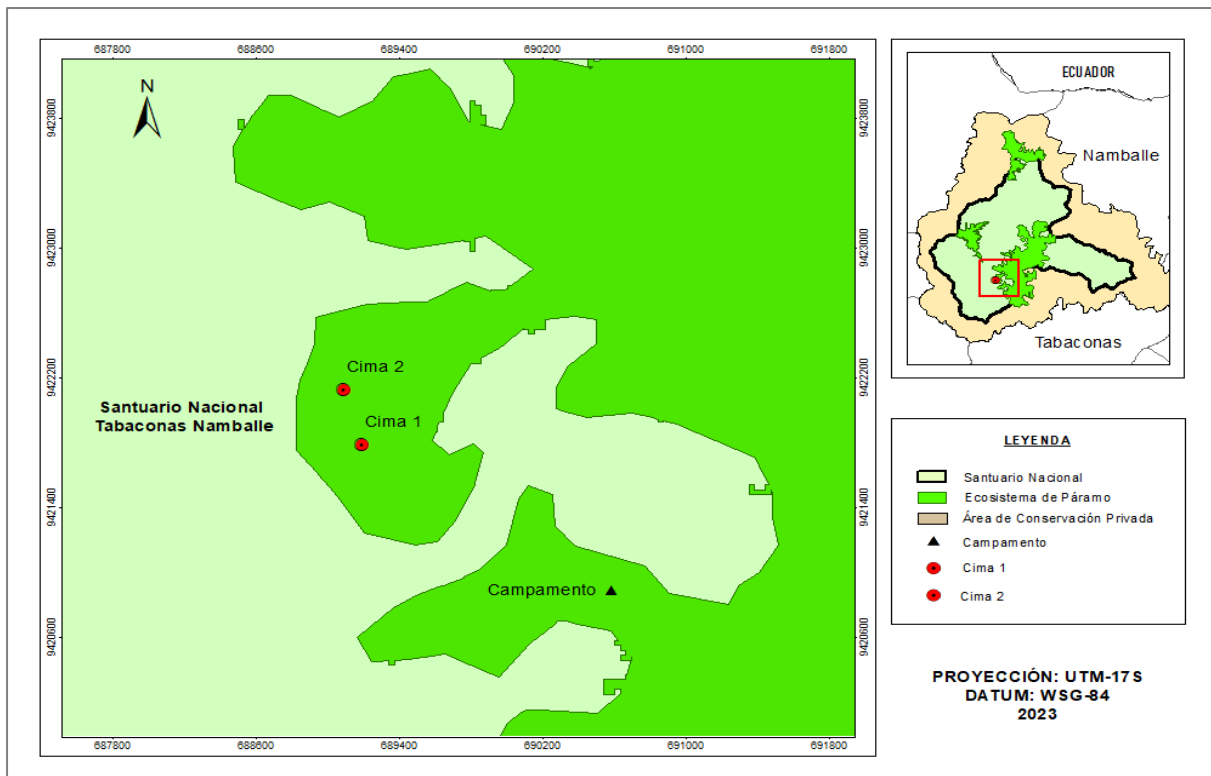


Figura 6. Ubicación geográfica de las cimas en el SNTN

## 8.2. Tipo y diseño de investigación

La investigación que se realizó fue de tipo exploratoria.

Variable	Tipo	Descripción
<b>VARIABLES FLORÍSTICAS</b>		
Composición florística	Cuantitativa	Es la proporción que cada especie o grupo funcional representa sobre un total de 100 lecturas en un subcuadrante de 1x1 m <sup>2</sup> .

Cobertura de las especies	Cuantitativa	Es la proporción que ocupa una especie en proyección al terreno dentro de los subcuadrantes y cima.
Riqueza de especies	Cuantitativa	Es el número de especies por subcuadrante y cima.
<b>VARIABLES AMBIENTALES</b>		
Altitud	Cuantitativa	Es la distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar.
Exposición	Cualitativa	Es la orientación de la cima respecto a los puntos cardinales (N, S, E y O).

### **8.3. Muestreo**

En cada cima se evaluaron 16 cuadrados de 1 x 1 m abarcando un área de 16 m<sup>2</sup>.

### **8.4. Procedimientos y análisis de datos**

El presente estudio se basó en la metodología de instalación y evaluación del Proyecto GLORIA (Paulí, et al., 2015), la cual fue adaptada a la realidad del ecosistema de páramo en el Perú teniendo en cuenta el trabajo de Ojeda-Luna, Eguiguren, Salinas y Aguirre (2015).

Además, el tiempo de trabajo en campo se determinó de acuerdo a las condiciones climáticas.

#### **8.4.1. Reconocimiento del área de estudio y selección de cimas a evaluar**

En el sector de Chichilapa se realizó un recorrido de reconocimiento por la ruta de las Lagunas, por encima de los 3500 m donde se seleccionaron 2 cimas; la Cima 1 ubicada a los 3528 m y la Cima 2 a los 3578 m, ambas dentro del ecosistema de páramo (Ver Tabla 1).

#### **8.4.2. Diseño de muestreo**

En cada cima se instalaron cuatro cuadrantes de 3x3, uno por cada punto cardinal (N, S, E y O) considerando dos desniveles (10 y 25 metros) desde el punto cumbre (PC), cada cuadrante se dividió en nueve subcuadrantes de 1x1 y se muestreó la vegetación, únicamente,

de los subcuadrantes de las esquinas, dos por cada cuadrante. Se evaluaron un total de 16 subcuadrantes de 1 x 1 m abarcando un área de 16 m<sup>2</sup> por cada cima. Finalmente, se obtuvieron datos sobre la composición (riqueza de especies e individuos presentes) y el porcentaje de cobertura de cada una de las especies.

#### 8.4.3. Evaluación de los subcuadrantes de 1 x 1

Para el recuento de especies de cada uno de los 16 cuadrados de 1m<sup>2</sup>, se aplicó el método por intercepción en línea de puntos, con un armazón enrejado de 1m de lado interior y 100 puntos de enrejado distribuidos regularmente. A partir de ello, la evaluación de flora consistió en el muestreo de 100 puntos (Figura 7) en los que se contabilizó el número total de contactos de cada especie con una varilla que fue introducida de manera vertical dentro de la vegetación. Cada contacto de la varilla con una planta o con el suelo se registró el dato. Este número, expresado en porcentaje, es una estimación no sesgada de la cobertura de la especie (Greig-Smith, 1983). Finalmente, se obtuvieron datos sobre la composición (riqueza de especies) y la cobertura de las especies.

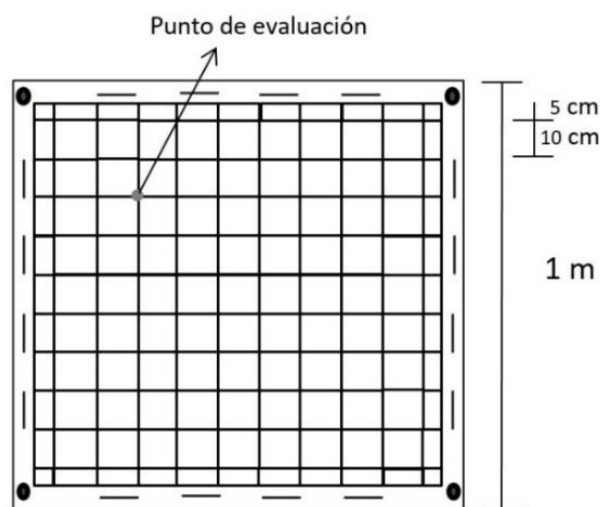


Figura 7: Armazón para la evaluación de cobertura



#### **8.4.4. Colecta botánica**

Se colectaron las especies que tuvieron contacto con la varilla, fuera de los subcuadrantes. Se colectaron 2 ejemplares para muestras fértiles y 1 ejemplar para muestras infértiles.

#### **8.4.5. Procesamiento de muestras**

Las muestras recolectadas en campo, fueron prensadas en papel periódico, conservadas en alcohol al 70% y secadas en el herbario San Marcos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

#### **8.4.6. Identificación de muestras**

Las muestras botánicas fueron identificadas con la ayuda de claves taxonómicas (teniendo en cuenta el sistema de clasificación APG IV del 2016), bibliografía especializada, comparación con material identificado en herbarios físicos y virtuales. El material contó con la revisión de dos taxónomos del herbario San Marcos.

Los nombres científicos de las especies fueron escritos de acuerdo con la web TROPICOS.

Los herbarios visitados fueron: El herbario San Marcos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el herbario Forestal de la UNALM y el herbario CPUN – Isidoro Sánchez Vega de la UNC (ubicado en Cajamarca).

#### **8.4.7. Análisis de datos**

Con los datos recogidos en campo se obtuvo el número de taxas presentes (riqueza), porcentaje de cobertura por especie, diversidad (alfa y beta) e índice de valor de importancia (IVI) de cada especie, como se detalla en la tabla 4. Se utilizó Microsoft Excel para el

ordenamiento y procesamiento de datos. También, se empleó el paquete iNEXT de R 4.3.1 para la obtención de los números de Hill y curvas de rarefacción/extrapolación.

Tabla 4 <i>Parámetros florísticos calculados a partir de los datos obtenidos en los cuadrantes</i>		
<b>Parámetro</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Interpretación</b>
<b>COBERTURA</b>		
Porcentaje de cobertura por especie	$\% Cob = \frac{\text{Número de registros de la especie}}{\text{Número total de registros}} \times 100$	La especie que tiene el porcentaje más alto, es la más dominante.
<b>DIVERSIDAD ALFA</b>		
Serie de números de Hill	$N_0 = S$ $N_1 = e^{H'} = \exp(\sum p_i (-\log p_i))$ $N_2 = 1/\lambda = 1/\sum p_i^2$	$N_0$ = Número total de especies (S) $N_1$ = Número de especies abundantes $N_2$ = Número de especies muy abundantes
<b>DIVERSIDAD BETA</b>		
Índice de Sorensen	$I_S = \frac{2c}{a + b}$	El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre dos comunidades, hasta 1 cuando los dos sitios tienen similar composición de especies.
<b>ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)</b>		
IVI	$IVI \% = AR + FR$	Valores altos indican las especies que contribuyen en el carácter y estructura del área estudiada.

Para el análisis de datos se ha tenido en cuenta las publicaciones de Aguirre, Z. (2019), Moreno, C.E. (2001) y Villareal, et al., 2004.

#### **8.4.7.1. Evaluación de la eficiencia del muestreo de cimas en base a curvas de acumulación de especies.**

Para evaluar la eficiencia del muestreo, se empleó el paquete iNEXT de R para la obtención de curvas de acumulación basadas en la cobertura de la muestra con respecto a las unidades de muestreo.

#### 8.4.7.2. *Evaluación de la composición florística del páramo de Ecuador (zona sur) y el páramo del norte de Perú (Piura y Cajamarca).*

En Perú, los páramos al norte de la depresión de Huancabamba, forman una continuidad con los del sur del Ecuador. Por lo que, se realizó la recopilación de información secundaria sobre la flora de los páramos de la zona sur del Ecuador (Parque Nacional de Podocarpus y Parque Nacional Yacuri), de los páramos de Piura (Ayabaca y Huancabamba) y Cajamarca (Sallique y San Ignacio) en el norte de Perú, a través de la revisión de publicaciones encontradas en Google Académico y repositorios de universidades, considerándose 14 documentos, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 5			
<i>Publicaciones recopiladas en la Zona Sur de Ecuador y Zona Norte del Perú</i>			
Nº	Nombre de la publicación/Tesis	Autor (es)	Lugar
1	Estudio de la dinámica del ecosistema páramo a lo largo de la gradiente altitudinal, en el Parque Nacional Podocarpus, Provincia de Loja, Ecuador.	Jessica Bermeo (2023)	Loja
2	Composición florística, estructura y estimación de la biomasa vegetal de los páramos de Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.	Daniel Cofre (2015)	Loja y Zamora Chinchipe
3	Los páramos del Parque Nacional Podocarpus: Una aproximación a su diversidad ecosistémica y florística	Aguirre-Mendoza, Aguirre, Merini y Ochoa (2015)	Loja y Zamora Chinchipe
4	Cuantificación del carbono existente en el ecosistema del Parque Nacional Yacuri, Provincias de Loja y Zamora Chinchipe.	Ayala y Villa (2013)	Loja y Zamora Chinchipe
5	Diversidad florística del ecosistema de páramo del Parque Nacional Podocarpus para el monitoreo del cambio climático	Eguiguren, Ojeda y Aguirre (2010)	Loja y Zamora Chinchipe
6	Patrones de diversidad florística en función de la gradiente altitudinal de los	Guzmán y Salinas (2010)	Loja y Zamora Chinchipe

	páramos del Parque Nacional Podocarpus.		
7	Línea base para el monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático, sobre la diversidad florística en una zona piloto del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus.	Eguiguren y Ojeda-Luna (2009)	Loja y Zamora Chinchipe
8	Diversidad vegetal y uso antrópico de los páramos de Samanga (Sectores Espíndola y El Toldo) y San Juan de Cachiaco (Caseríos San Juan y Totorá), Ayabaca, Piura.	Sabogal y Quinteros (2013)	Ayabaca
9	Huancabamba – Páramos, bosques y biodiversidad.	Novoa, Crespo y Villegas (2011)	Huancabamba
10	Inventario biológico de flora y fauna acuática en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe - SNTN	Asesores y Consultores RRR E.I.R.L. (2009)	San Ignacio
11	Estado actual de la diversidad florística del páramo sectores: El Espino y Palambe, Sallique, Jaén. Cajamarca. Perú.	Marcelo, Sánchez y Millán (2006)	Jaén
12	Flora y vegetación del páramo adyacente a las lagunas arrebiatadas en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe (Tabaconas, San Ignacio, Cajamarca)	Marcelo y La Torre (2006)	San Ignacio
13	Evaluación biológica rápida del Santuario Nacional Tabaconas – Namballe y zonas aledañas. Ecuador y Perú	Amanzo, Acosta, Aguilar, Baldeón y Pequeño (2003)	San Ignacio
14	Biodiversidad y cambio climático en los Andes Tropicales.	Cuesta et al. (2012)	Loja y Zamora Chinchipe, Ayabaca

Se tuvieron en cuenta, únicamente, especies identificadas hasta especie y para el Parque Nacional de Podocarpus (PNP) se discriminaron especies no comunes en ninguno de los otros lugares de muestreo, debido a que, esta Área Natural cuenta con varias investigaciones sobre evaluación de la composición florística donde se han reportado más de 700 especies de plantas vasculares, lo cual no ha sucedido en las otras áreas/sectores considerados en esta evaluación.

La similaridad de composición de especies vasculares se realizó a través del índice de Jaccard teniendo en cuenta la presencia y ausencia de estas con el programa Past 4.12.

#### **8.4.8. Elaboración de mapas**

Se realizó a partir de información geográfica obtenida en la Web Geo Gps Perú y se empleó el programa ArcGis 10.5

#### **8.4.9. Aspecto ético**

Las colecciones botánicas, serán depositadas en el herbario CPUN – Isidoro Sánchez Vega de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC).

### **IX. RESULTADOS**

#### **9.1. Composición florística de las cimas**

Las cimas evaluadas en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe se encontraron ubicadas en un ecosistema de páramo con una vegetación arbustiva y herbácea. La zona evaluada estuvo conformada por dos cimas con características geomorfológicas similares, expuestas a las mismas condiciones climáticas, siendo su principal diferencia su altitud. Se registraron 2 617 individuos pertenecientes a 23 especies, 23 géneros y 17 familias. Del total de especies para Pteridophytas se encontraron 2 especies y para Angiospermas 21 especies. La familia Asteraceae presentó el mayor número de especies (5), seguido de la familia Ericaceae y Gentianaceae con 2 especies y las demás familias estuvieron representadas con 1 especie. En este estudio se han identificado 10 especies nuevas para el Santuario, las cuales son: *Chaptalia oblonga*, *Senecio tephrosioides*, *Bomarea setacea*, *Berberis carinata*, *Rhynchospora macrochaeta*, *Halenia umbellata*, *Gentianella liniflora*, *Brachyotum angustifolium*, *Calamagrostis tarmensis* y *Arcytophyllum vernicosum*. Además, para cada una de las especies se identificó su forma de vida (Tabla 6), siendo el 69.57% herbáceas y el 30.43% arbustos.

Tabla 6  
*Listado de especies de plantas registradas en las cimas evaluadas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe - SNTN*

N°	Familia	Especie	Forma de vida
<b>PTERIDOPHYTA</b>			
1	Lycopodiaceae	<i>Lycopodium vestitum</i> Desv. ex Poir.	HE
2	Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> spp.	HP
<b>ANGIOSPERMAS</b>			
3		<i>Chaptalia oblonga</i> D. Don	HE
4		<i>Dorobaea pimpinellifolia</i> (Kunth) B. Nord.	HE
5	Asteraceae	<i>Monticalia andicola</i> (Turcz.) C. Jeffrey	AE
6		<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.	RA
7		<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	RA
8	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.	HE
9	Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	HT
10	Berberidaceae	<i>Berberis carinata</i> Lechl.	AE
11	Bromeliaceae	<i>Puya</i> spp.	RB
12	Cyperaceae	<i>Rhynchospora macrochaeta</i> Steud. ex Boeckeler	P
13	Ericaceae	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	AP
14		<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	AP
15	Gentianaceae	<i>Halenia umbellata</i> (Ruiz & Pav.) Gilg	HE
16		<i>Gentianella liniflora</i> (Kunth) Fabris ex J. Pringle	HE
17	Geraniaceae	<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	HP
18	Hypericaceae	<i>Hypericum recurvum</i> N. Robson	AE
19	Melastomataceae	<i>Brachyotum angustifolium</i> Wurdack	AP
20	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> spp.	HE
21	Poaceae	<i>Calamagrostis tarmensis</i> Pilg.	P
22	Rosaceae	<i>Rubus acanthophyllos</i> Focke	HT
23	Rubiaceae	<i>Arcytophyllum vernicosum</i> Standl.	AP

RA: Roseta Acaulescente, RB: Roseta Basal, P: Penacho, HE: Hierba Erecta, HT: Hierba Trepadora, HP: Hierba Postrada, AE: Arbusto Erecto, AP: Arbusto Postrado.

En la cima 1 ubicada a 3 528 m se registraron 1 396 individuos pertenecientes a 18 especies, 18 géneros y 13 familias y en la cima 2 ubicada a 3578 m se registraron 1 221 individuos pertenecientes a 18 especies, 18 géneros y 16 familias (Figura 8).

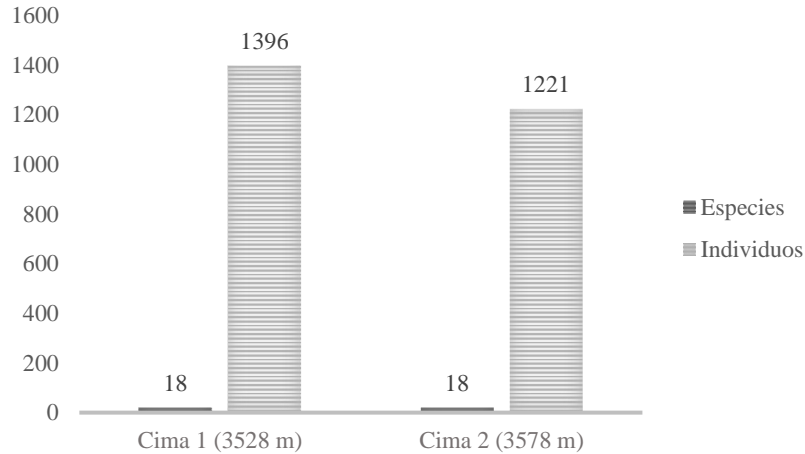


Figura 8: Número de individuos y especies en las cimas evaluadas del SNTN.

### 9.1.1. Endemismo florístico

De las 23 especies registradas en este estudio, 3 son endémicas para el Perú como se puede ver en la tabla 7, además se indica su estado de conservación de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Tabla 7

*Especies endémicas del Perú y estado de conservación según la UICN*

N°	Familia	Especie	Categoría UICN
1	Gentianaceae	<i>Gentianella liniflora</i> (Kunth) Fabris ex J. Pringle	VU
2	Hypericaceae	<i>Hypericum recurvum</i> N. Robson	EN
3	Melastomataceae	<i>Brachyotum angustifolium</i> Wurdack	VU

Vulnerable (VU), En Peligro (EN)

## 9.2. Índices de diversidad

### 9.2.1. Diversidad Alfa.

Como una forma de generalizar la diversidad en este estudio tenemos a la Serie de números de Hill, donde el número de individuos para la Cima 1 fue de 1396, la riqueza de especies, diversidad de Shannon y la diversidad de Simpson observadas (es decir, números de Hill para  $q=0,1$  y  $2$ ) para este tamaño de muestra fueron: 18, 5.75 y 3.58 respectivamente. El

número de individuos para la Cima 2 fue de 1221, y los números de Hill observados fueron: 18, 6.37, 4.58 respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8				
<i>Serie de números de Hill en las cimas evaluadas</i>				
Números de Hill	Cima 1 (3528)	se*	Cima 2 (3578)	se*
Riqueza de especies $q=0$	18	1.20	18	2.85
N° de especies abundantes $q=1$	5.75	0.18	6.37	0.20
N° de especies muy abundantes $q=2$	3.58	0.12	4.58	0.14

\*se: error estándar

La curva de riqueza de especies ( $q=0$ ) para la Cima 1 se mantiene estable con el aumento del tamaño de muestra, mientras que para la Cima 2, se evidenció un ligero aumento de especies al incrementarse el tamaño de la muestra, pero para la curva de Shannon y Simpson la diversidad ( $q=1$  y  $q=2$ ) se evidencia que estas se estabilizaron con la muestra de referencia (Figura 9).

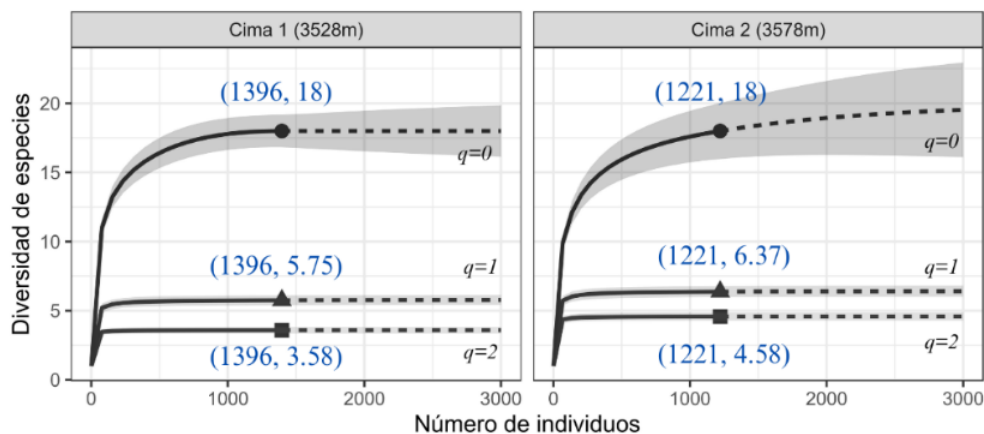


Figura 9: Curva de rarefacción y extrapolación. Rarefacción basada en el tamaño de la muestra (líneas sólidas) y extrapolación (líneas discontinuas, hasta el doble del tamaño de muestra) de diversidad de especies botánicas basada en los números de Hill ( $q = 0, 1, 2$ ) para la Cima 1 y la Cima 2. Los intervalos de confianza del 95% (regiones sombreadas en gris). Los números entre paréntesis son el tamaño de la muestra y los números de Hill observados para cada cima.

En la figura 10 se muestra la comparación de estas curvas entre cimas, la rarefacción basada en el tamaño de la muestra y la extrapolación de las dos cimas con intervalos de



confianza del 95%. La curva de riqueza de especies ( $q=0$ ) indicó que no hay diferencias significativas entre las cimas, ya que los intervalos de confianza (Cima 1: Entre 18 y 20, Cima 2: Entre 18 y 25) se superponen (Figura 10a). Las curvas de diversidad Shannon y diversidad de Simpson (Figura 10b y 10c respectivamente) indicaron que la Cima 2 es más diversa que la Cima 1, a pesar que los intervalos de confianza (Cima 1: 5.43 y 6.13, Cima 2: 6.04 y 6.81) para la diversidad de Shannon ( $q=1$ ) se superponen. En cambio, para la diversidad de Simpson ( $q=2$ ) los dos intervalos de confianza (Cima 1: 3.35 y 3.82, Cima 2: 4.30 y 4.87) no se superponen, es decir, que la diferencia entre ambas cimas, para las especies muy abundantes (dominantes), es estadísticamente significativa. (Figura 10)

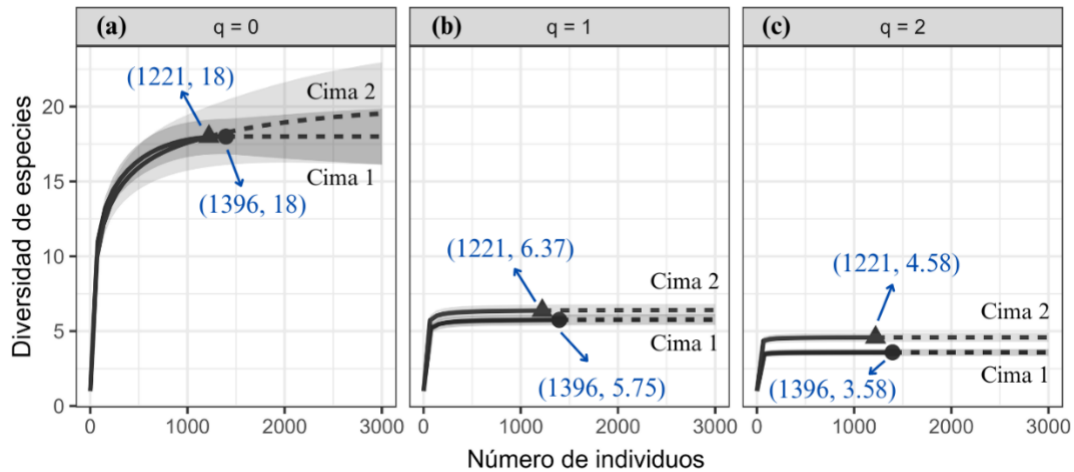


Figura 10: Comparación de cimas para cada uno de los números de Hill ( $q=0,1$  y  $2$ ). Comparación de la rarefacción basada en el tamaño de la muestra (líneas sólidas) y la extrapolación (líneas discontinuas, hasta el doble del tamaño), de diversidad de especies botánicas para números de Hill de orden  $q=0$  (a),  $q=1$  (b) y  $q=2$  (c). Los intervalos de confianza del 95% (regiones sombreadas en gris). Los números entre paréntesis son el tamaño de la muestra y los números de Hill observados para cada cima.

Además, con los números de especies efectivas obtenidos para las cimas, se calculó la magnitud de la diferencia de la diversidad entre estas, encontrándose que para la diversidad de Shannon ( $q=1$ ), la Cima 2 (6.37) tiene mayor diversidad que la Cima 1 (5.75), es decir, la Cima 2 tiene 1.11 veces más diversidad que la Cima 1, lo que implica que esta última tenga el 90.27 % de la diversidad que tiene la Cima 2. Finalmente, con la diversidad de Simpson

( $q=2$ ), la Cima 2 sigue siendo más diversa, pero su magnitud disminuyó a 4.58 especies efectivas y se observó que, en esta cima, las especies comunes tienen mayor equidad que las especies comunes en la Cima 1. (Tabla 8 y Figura 11)

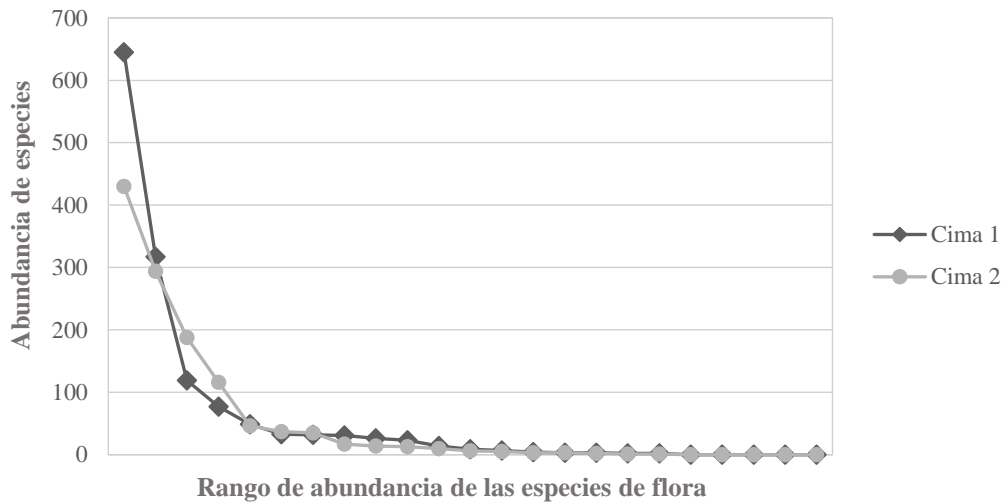


Figura 11: Rango-abundancia de las especies en las cimas evaluadas del SNTN.

### 9.2.2. Diversidad Beta.

Las cimas evaluadas son similares florísticamente con un 72,2 % y comparten 13 especies.

Tabla 9	
<i>Similitud de especies entre la Cima 1 y la Cima 2</i>	
Índice de Sorensen	0.722 (72,2%)
N° de especies compartidas	13

### 9.3. Índice de valor de importancia (IVI)

Las especies ecológicamente más importantes en la Cima 1 (3528) fueron:

*Rhynchospora macrochaeta*, *Hypericum recurvum*, *Vaccinium floribundum*, *Lycopodium vestitum* y *Dorobaea pimpinellifolia*. Para la Cima 2 (3578) fueron: *Calamagrostis tarmensis*, *Rhynchospora macrochaeta*, *Vaccinium floribundum*, *Lycopodium vestitum* y *Hypericum*

*recurvum*, los valores de las especies para cada cima se presentan en la figura 10 y figura 11 respectivamente.

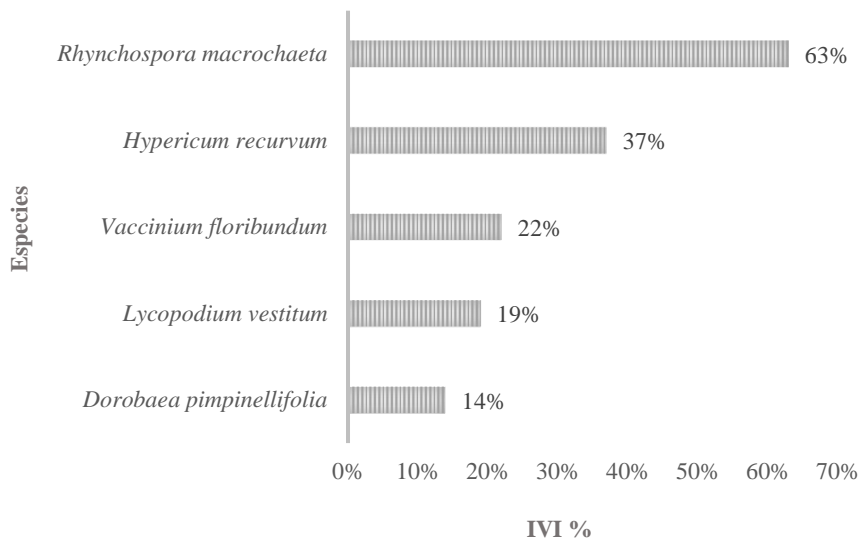


Figura 12: Índice de valor de importancia de las cinco especies más representativas de la Cima 1 (3528)

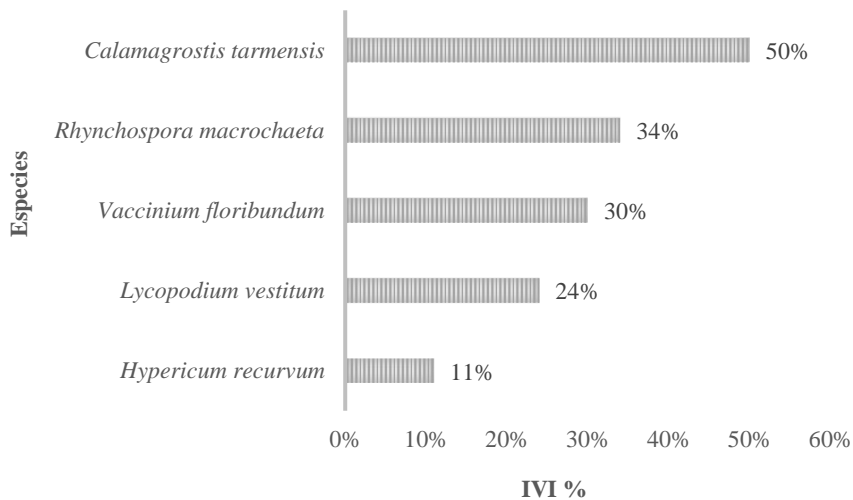


Figura 13: Índice de valor de importancia de las cinco especies más representativas de la Cima 2 (3578)

#### 9.4. Evaluar la eficiencia del muestreo de cimas en base a curvas de acumulación

En la figura 14 se observa que la completitud del muestreo para este estudio (32m<sup>2</sup>) fue del 97%, es decir, las 23 especies observadas representan el 97% de las especies que se esperaban encontrar para las dos cimas evaluadas. Además, cuando las unidades de muestreo se duplican hasta el doble (64m<sup>2</sup>), los valores estimados se muestran en la tabla 10.

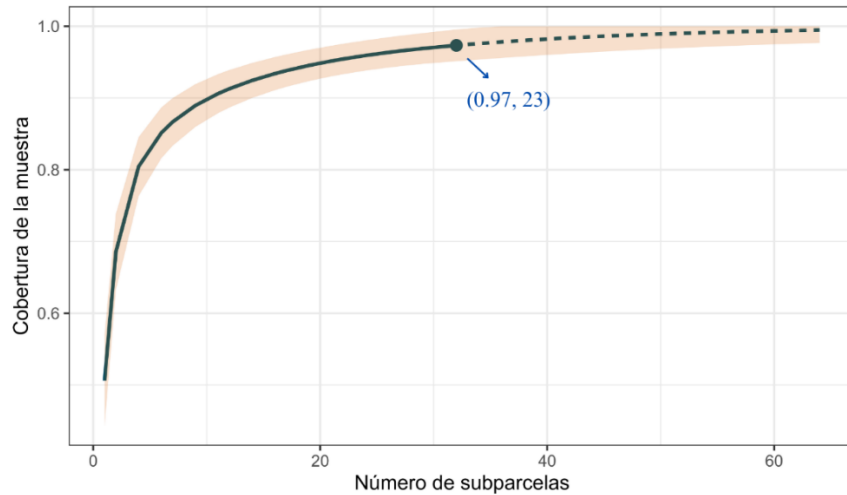


Figura 14: Curva de acumulación basada en la cobertura de la muestra con respecto a las unidades de muestreo. Rarefacción basada en la cobertura (líneas sólidas) y extrapolación (líneas discontinuas, hasta el doble de las unidades de muestreo). Los intervalos de confianza del 95% (regiones sombreadas en melón). Los números entre paréntesis son la cobertura de la muestra y el número de especies observadas.

Tabla 10			
<i>Riqueza de especies observada y estimada para las cimas evaluadas</i>			
Números de Hill	Cima 1 y Cima 2		
	Observado	Estimado	se*
Riqueza de especies $q=0$	23	26	5.78

\*se: error estándar

En la figura 15 se presenta la curva de completitud para cada una de las cimas. La cobertura de la muestra para la Cima 1 y la Cima 2 fue de 94% y 97% respectivamente. Cuando las unidades de muestreo se duplican para cada cima (32m<sup>2</sup>), los resultados se muestran en la Tabla 11.

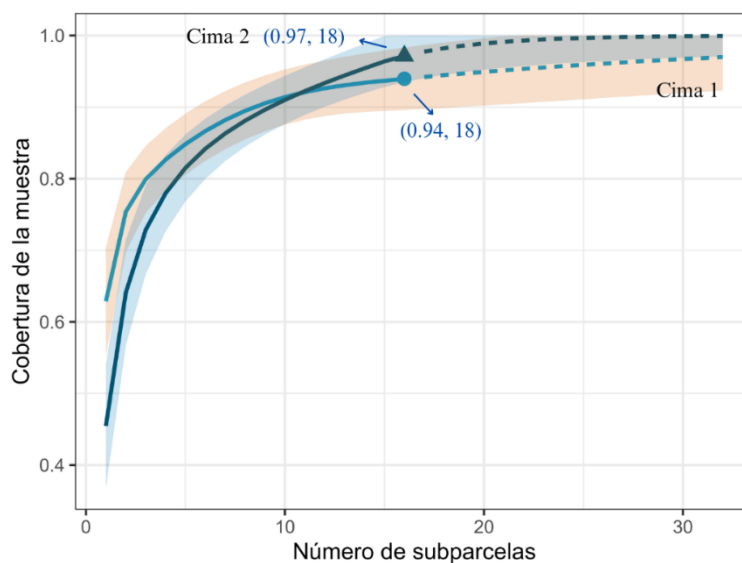


Figura 15: Curvas de completitud de la muestra. Rarefacción basada en la cobertura de la muestra (líneas sólidas) y la extrapolación (líneas discontinuas, hasta el doble de las unidades de muestreo). Los intervalos de confianza del 95% (regiones sombreadas en rosado y azul). Los números entre paréntesis son la cobertura de la muestra y el número de especies observadas.

Tabla 11

Riqueza de especies observada y estimada para la Cima 1 y Cima 2

Números de Hill	Cima 1 (3528)			Cima 2 (3578)		
	Observado	Estimado	se*	Observado	Estimado	se*
Riqueza de especies $q=0$	18	26.43	10.46	18	18.7	4.94

\*se: Error estándar.

### 9.5. Evaluación de la composición florística del páramo de Ecuador (zona sur) y el páramo del norte de Perú (Piura y Cajamarca)

Para esta evaluación se consideraron un total de 384 especies vasculares distribuidas en 180 géneros y pertenecientes a 96 familias. Para medir el grado de similitud de especies se obtuvo el índice de Jaccard, el cual indicó que la similitud entre la zona sur de Ecuador y Piura es del 29%, con Cajamarca del 23%, considerándose para ambos lugares baja. La similitud de los páramos de Piura y de Cajamarca fue de 13% considerada muy baja. (Figura 16)

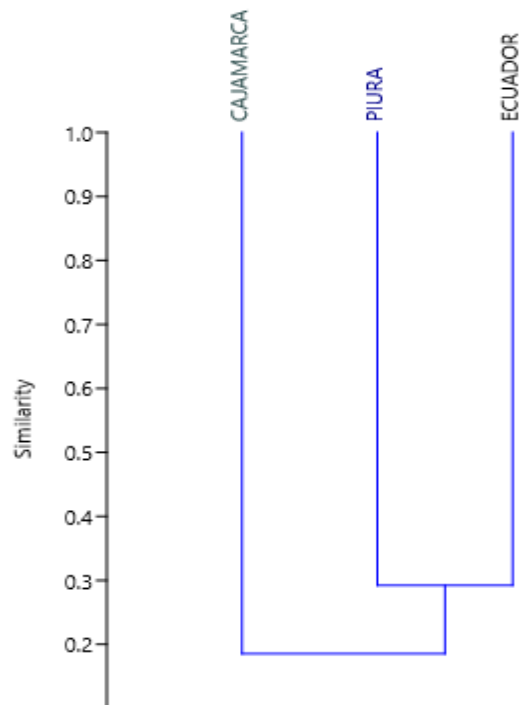


Figura 16: Análisis Cluster para la determinación de similitudes entre Cajamarca, Piura y Ecuador (Zona Sur).

## X. DISCUSIÓN

La composición florística del Santuario Nacional Tabaconas Namballe con este trabajo se ha incrementado en 10 nuevas adiciones (*Chaptalia oblonga*, *Senecio tephrosioides*, *Bomarea setacea*, *Berberis carinata*, *Rhynchospora macrochaeta*, *Halenia umbellata*, *Gentianella liniflora*, *Brachyotum angustifolium*, *Calamagrostis tarmensis* y *Arcytophyllum vernicosum*) para los trabajos de Amanzo et al. (2003), Marcelo y La Torre (2006), Asesores y Consultores RRR E.I.R.L. (2009). Además, en este estudio se han reportado 3 especies endémicas del Perú, *Gentianella liniflora*, *Brachyotum angustifolium* e *Hypericum recurvum*. La primera, fue reportada por Castillo, Salinas, León y Sánchez (2006) para Piura y Amazonas con un rango altitudinal de 1900 a 3000 m; la segunda especie, fue reportada por León (2006b) para Amazonas y San Martín con un rango altitudinal de 3360 a 3500 m; y la tercera especie, fue reportada por León (2006a) para Amazonas y Pasco con un rango altitudinal de 2900 a 3500 m, lo cual indicaría que, en este estudio, se han identificado por primera vez para el

departamento de Cajamarca y por encima de los 3500 m. Lo anterior podría deberse a aspectos de accesibilidad del terreno para realizar evaluaciones de flora, por lo que, gran parte de la vegetación en el SNTN por encima de los 3500 m se desconoce.

Como parte de la composición florística de esta evaluación se ha reportado a *Oritrophium peruvianum* y *Geranium sibbaldioides*, dos de las especies consideradas como exclusivas de sitios de páramo de Colombia, Ecuador y Perú (Cuesta et al., 2012). De acuerdo a estudios realizados en la zona por Peña, Sánchez y Millán (2006), Amanzo et al. (2003), Marcelo y La Torre (2006) la familia más diversa en los páramos es Asteraceae, lo cual coincide con este estudio. Además, Ericaceae y Gentianaceae, otras de las familias diversas para este estudio, se encuentra dentro de las 10 familias más diversas para los páramos de Cajamarca (Asesores y Consultores RRR E.I.R.L., 2009).

Teniendo en cuenta la clasificación de Cuatrecasas (1958) para el piso páramo, la evaluación de cimas en este estudio se realizó en el subpiso páramo propiamente dicho, el cual está cubierto principalmente por pastos del género *Calamagrostis*. y se encuentra entre los 3500 y los 4100 m, lo cual coincide con este estudio, ya que el área evaluada para este trabajo se encontró por encima de los 3500 m y una de las especies ecológicamente más importantes fue *Calamagrostis tarmensis*. Además, considerando la altitud de las evaluaciones de flora, realizadas en el Santuario por Marcelo y La Torre (2006) y Amanzo et al. (2003), este es el primer trabajo, en el que se evalúa páramo propiamente dicho, ya que los estudios mencionados han evaluado subpáramo (por debajo de los 3500 m), que es la transición entre el bosque alto andino y el páramo abierto (Cleef, 1978).

La riqueza de especies ( $q=0$ ) fue igual para ambas cimas, con 18 especies cada una, la mayor abundancia se encontró en la Cima 1 con 1396 individuos, aunque para esta medida, las diferencias no fueron estadísticamente significativas considerando los intervalos de confianza al 95% (Figura 10a). Además, a pesar de tener la misma riqueza, al incluir todas las

especies con un peso exactamente proporcional a su abundancia en la comunidad (Moreno, Barragán, Piñeda y Pavón, 2011), con la medida de diversidad de orden 1 ( $q=1$ ), la Cima 2 (6.37 especies efectivas) reportó una diversidad más alta que la Cima 1 (5.75 especies efectivas), donde la Cima 2 tiene 1.11 veces más diversidad que la Cima 1, lo que implica que esta última tenga el 90.27 % de la diversidad que tiene la Cima 2, lo que evidencia que, en realidad, la diferencia entre ambas cimas, no fue muy alta y se corrobora en la Figura 10b donde los intervalos de confianza no se superponen, es decir, tampoco hay diferencias estadísticamente significativas, entre las cimas. Ahora bien, con respecto a la medida de diversidad de orden 2 ( $q=2$ ), la Cima 2 sigue teniendo una diversidad más alta que la Cima 1 y esta diferencia de especies efectivas es estadísticamente significativa (Figura 10c). Esta diferencia de la diversidad entre cimas, se debe a que en la Cima 1 hay una especie medianamente dominante, *Rhynchospora macrochaeta* que representa el 46% de los individuos detectados. También, hay que considerar que esta medida ( $q=2$ ) no contempla para nada las especies con baja abundancia y se centra únicamente en las especies más abundantes (Moreno, Barragán, Piñeda y Pavón, 2011), estas últimas, encontradas en la Cima 2 y con una mayor equidad (Figura 11). Por otro lado, comparando los resultados obtenidos en este estudio con el de Eguiguren, Ojeda y Aguirre (2015), quienes evaluaron tres cimas y la misma área de muestreo (16 m<sup>2</sup> en cada cima) que, en este trabajo, reportando que la CIA presentó 57 especies y 765 individuos, la CIB presentó 51 especies y 1085 individuos, y la CIC presentó 59 especies y 1126 individuos. De modo que, estos valores indican que si bien se obtuvo una menor riqueza en cada cima (18 especies) para este estudio, las abundancias fueron mayores en cada una de ellas (Cima 1: 1396 individuos y Cima 2: 1221 individuos). La similitud de Sorensen entre las cimas fue del 72,2 %, de modo que, con los números de Hill y la diversidad beta obtenida, se rechaza la hipótesis nula planteada para este estudio, determinándose que la similitud entre las cimas evaluadas fue mayor del 50%. Lo que se



podría explicar, debido a que, ambas cimas fueron instaladas en el subpiso páramo propiamente dicho que de acuerdo Cleef, 1978 este subpiso se encuentra entre los 3500 y 4100 m.

De los cálculos del IVI también se identificó a las especies ecológicamente importantes por cada cima (Figura 12 y 13). De todas las especies con IVIs más altos, sobresalen en las dos cimas: *Rhynchospora macrochaeta*, *Calamagrostis tarmensis*, *Vaccinium floribundum*, *Hypericum recurvum* y *Lycopodium vestitum*, esto se deriva de la presencia u ocurrencia de estas especies en la mayoría de los cuadrantes evaluados, así como del número de individuos y del tamaño de las unidades muestrales.

Con un área muestreada de 16 m<sup>2</sup> por cada cima, la completitud de la muestra para la Cima 1 fue del 94% y para la Cima 2 fue del 97%, donde la diversidad observada y la diversidad estimada para la Cima 2, difiere poco. Sin embargo, para la Cima 1 se esperarían 8 especies efectivas más (Tabla 11). Además, con el muestreo de ambas cimas (32 subparcelas) se obtuvo una completitud del 97%, evidenciando que la eficiencia de muestreo para este estudio fue buena. No obstante, se esperarían nuevas adiciones botánicas con el aumento de unidades muestrales. Por lo que, que se podría considerar, en futuras investigaciones, instalar y muestrear áreas cimeras a lo largo del gradiente altitudinal desde el ecotono hasta el superpáramo.

El páramo evaluado en el SNTN es una muestra representativa de páramo herbáceo y arbustivo que caracteriza a los páramos del Norte del Perú y Sur de Ecuador (Ojeda-Luna, Eguiguren, Salinas y Aguirre, 2015). En este estudio se evidenció un predominio de herbáceas (69.57%) sobre las especies arbustivas (30.43%) en el piso páramo propiamente dicho.

Cuesta et al. (2012) encontraron que existe una subagrupación de los páramos de Pacaipampa (Piura) junto con el del PNP, considerando que su cercanía espacial confirma la existencia de un sector biogeográfico caracterizado por los páramos húmedos y arbustivos del

sur de Ecuador y norte del Perú, lo que podría explicar la similitud reportada en este estudio de los páramos de Piura con los páramos del sur de Ecuador, con 41 especies exclusivas compartidas entre estos. También, se encontró similitud de los páramos del sur de Ecuador con los páramos de Cajamarca. Si bien la similitud fue baja, tanto para Piura como Cajamarca esto se podría explicar por la falta de datos, ya que el PNP es uno de los lugares mejor muestreados a lo largo del tiempo y otros como los páramos peruanos y el Parque Nacional Yacuri (PNY) han sido poco muestreados. Además, en este trabajo se encontró 30 especies botánicas que van del norte de Perú al sur de Ecuador, incluyendo a *Arcytophyllum vernicosum*, una de las especies nuevas que se identificó en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe.

## **XI. CONCLUSIONES**

1. En la presente investigación en los páramos del Santuario Nacional Tabaconas Namballe se obtuvo que en 32 m<sup>2</sup> fueron identificadas 23 especies, 23 géneros y 17 familias. Del total de especies para Pteridophytas se encontraron 2 especies y para Angiospermas 21 especies.
2. En este estudio se han identificado 11 especies nuevas para el Santuario Nacional Tabaconas Namballe y 3 especies endémicas del Perú.
3. Con la obtención de los números efectivos de Hill ( $q=0, 1$  y  $2$ ), la Cima 2 reportó ser más diversa que la Cima 1, a pesar de que esta diferencia no fue estadísticamente significativa para la riqueza y especies abundantes ( $q=0$  y  $1$ ). Considerando que la Cima 2 tiene 1.11 veces más diversidad que la Cima 1, lo que implica que esta última tenga el 90.27 % de la diversidad que tiene la Cima 2. Se obtuvo una diferencia significativa para las especies muy abundantes ( $q=2$ ). Además, el índice de similitud de Sorensen entre las cimas fue de 72.2%, de modo que, se rechaza la hipótesis nula

planteada para este estudio, concluyéndose que la similitud entre las cimas evaluadas es mayor del 50%.

4. La completitud del muestreo para este estudio fue de 97%, considerándose que fue eficiente para las dos cimas evaluadas.
5. De todas las especies con IVIs más altos, sobresalen en las dos cimas: *Rhynchospora macrochaeta*, *Calamagrostis tarmensis*, *Vaccinium floribundum*, *Hypericum recurvum* y *Lycopodium vestitum*.
6. La similitud entre la zona sur de Ecuador y Piura fue del 29%, con Cajamarca del 23%, considerándose que existe una continuidad de los páramos del sur del Ecuador con los páramos del norte de Perú.

## **XII. RECOMENDACIONES**

A fin de captar la máxima diversidad de comunidades vegetales en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe (SNTN), es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo, en los diferentes subpisos de páramo. Así como, aumentar las investigaciones en Piura y Cajamarca para poder seguir evaluando el ecosistema a nivel regional.

### XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amanzo, J., Acosta, R., Aguilar, C., Eckhardt, K., Baldeón, S., y Pequeño, T. (2003). *Evaluación Biológica rápida del Santuario Nacional Tabaconas – Namballe y zonas aledañas* (Informe WWF OPP: QM-91). World Wildlife Fund en Perú.
- Aguirre-Mendoza, Z., Aguirre, N., Merino, B., y Ochoa, I. (2015). Los páramos del Parque Nacional Podocarpus: Una aproximación a su diversidad ecosistémica y florística. En N. Aguirre, T. Ojeda-Luna, P. Eguiguren, y Z. Aguirre-Mendoza (Eds.), *Cambio climático y biodiversidad: Estudio de caso de los páramos del Parque Podocarpus, Ecuador* (pp. 65-101). Loja, Ecuador: Ediloja Cía. Ltda.
- Aguirre, Z. (2019). *Métodos para medir biodiversidad* (Primera edición). Universidad Nacional de Loja.
- [https://www.academia.edu/43784264/M%C3%89TODOS\\_PARA\\_MEDIR\\_LA\\_BIODIVERSIDAD](https://www.academia.edu/43784264/M%C3%89TODOS_PARA_MEDIR_LA_BIODIVERSIDAD)
- Asesores y Consultores RRR E.I.R.L. (2009). *Inventario Biológico de flora y fauna acuática en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe – SNTN* (Informe final de consultoría). Programa de apoyo al desarrollo sostenible en la zona de influencia del Santuario Nacional Tabaconas Namballe.
- Azócar, A., y Rada, F. (2006). *Ecofisiología de plantas de Páramo*. Mérida, Venezuela: Litorama.
- Balslev, H., & Luteyn, J.L. (1992). *Paramo: An andean ecosystem under human influence*. London, United Kingdom: Academic Press.
- Brack, A., y Mendiola, C. (2000). *Ecología del Perú*. Lima, Perú: Bruño.

- Buytaert, W., Célleri, R., De Brièvre, B. y Cisneros, F. (2012). Hidrología del páramo andino: Propiedades, importancia y vulnerabilidad. *Revista Colombia tiene Páramos*, 2, 8-27.
- Campo, A., y Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía*, 34(2), 25-42.
- Castillo, S., Salinas, N., León, B. y Sánchez, I. (2006). Gentianaceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 339s-354s.
- Cleef, A. M. (1978). Characteristics of Neotropical paramo vegetation and its subantarctic relations. In Troll, C. & Lauer, W. (Eds.), *Geocological relations between the southern temperate zone and the tropical mountains*. (pp.365-390). Wiesbaden, Alemania: Franz Steiner.
- Ihaka R. & Gentleman R. 1996. R: a language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5: 299–314.
- Ley N° 26834, Ley de áreas Naturales protegidas. (30 de junio de 1997) - <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-areas-naturales-protégidas>
- Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana*, 10(40), 221-264.
- Cuesta, F., Muriel, P., Beck, S., Meneses, R.I., Halloy, S., Salgado, Becerra, M.T. (Eds.). (2012). Biodiversidad y cambio climático en los Andes tropicales. Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación. Lima, Perú-Quito, Ecuador: CONDESAN.
- Greig-Smith, P. (1983). *Quantitative Plant Ecology* (3rd ed.). Oxford, Inglaterra: Blackwell Scientific Publications.

- Hofstede, R., Segarra, R., y Mena, R. (Eds.). (2003). *Los Páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia*. Quito, Ecuador: Sara Comunicación Visual.
- Hocquenghem, A.M. (1998). *Para vencer a la muerte*. Lima, Perú: Lluvia Editores.
- Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J. Vásquez, A. y Cerra, M. (2014). *Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema de páramo*. Quito, Ecuador: UICN.
- Hsieh, T.C., Ma, K.H. & Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 1451-1456.
- León, B. (2006a). Clusiaceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 261s-264s.
- León, B. (2006b). Melastomataceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 428s-452s.
- Llambí, L., y Cuesta, F. (2014). La diversidad de los páramos andinos en el espacio y en el tiempo. En: F. Cuesta, J. Sevink, L. Llambí, B. De Bièvre y J. Posner. (Eds.), *Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos* (pp. 7-38). Lima, Perú: CONDESAN.
- Llambí, L., Soto, A., Celleri, R., Bieevre, B., Ochoa, B., y Borja, P. (2012). *Ecología, hidrología y suelos del Páramo. Proyecto Páramo andino*. CONDESAN, GEF-UNEP.
- Luteyn, J.L. (1992). Paramos: Why study them? In: H. Balslev & J. L. Luteyn. (Eds.), *Paramo: An andean ecosystem under human influence* (pp. 1-14). London, United Kingdom: Academic Press.

- Luteyn, J.L. (1999). *Paramos: A checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature*. New York, United States: The New York Botanical Garden.
- Marcelo, J.L. y La Torre, M. A. (2006). Informe: Flora y vegetación del Páramo adyacente a las Lagunas arrebiatadas en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe (Tabaconas, San Ignacio, Cajamarca). DOCPLAYER. <https://docplayer.es/33245915-Flora-y-vegetacion-del-paramo-adyacente-a-las-lagunas-arrebiatadas-en-el-santuario-nacional-tabaconas-namballe-tabaconas-san-ignacio-cajamarca.html>
- Marcelo, J. L., Sánchez, I., y Millán, J.F. (2006). Estado actual de la diversidad florística del páramo sectores: El Espino y Palambe, Sallique, Jaén. Cajamarca. Perú. *Ecología Aplicada*, 5(1,2), 1 – 8.
- Marcelo, J.L., y Millán, J.F. (2004). *Estudio de la diversidad florística del páramo, sectores: El Espino y Palambe, Distrito de Sallique. Provincia de Jaén*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unc.edu.pe>
- Mena, P., y Hofstede, R. (2006). Los Páramos Ecuatorianos. En: M. Moraes, B. Ollgaard , L.P. Kvist, F. Borchsenius y H. Baslev. (Ed.), *Botánica Económica de los Andes Centrales* (pp. 91-109). La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Mittermeier, R.A., Turner, W. R., Larsen, F.W., Brooks, T. M. & Gascon, C. (2011). Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots. In F.E. Zachos and J.C. Habel. (Eds.), *Biodiversity Hotspots. Distribution and Protection of Conservation Priority Areas* (pp. 3–22). Luxembourg, Luxembourg: Springer.
- Ministerio del Ambiente (2019). *Sexto informe Nacional sobre diversidad biológica, la biodiversidad en cifras* (Primera edición). Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.
- Monasterio, M., & Sarmiento, L. (1991). Adaptive radiation of Espeletia in the cold Andean Tropics. *Trends in Ecology and Evolution*, 6(12), 387-391.



- Morales, J.A., y Estévez, J.V. (2006). El Páramo: ¿Ecosistema en vía de extinción? *Revista Luna Azul*, (22), 39-51.
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: MyT – Manuales y Tesis SEA.
- Ojeda-Luna, T., Eguiguren, P., Salinas, L., y Aguirre, N. (2015). Metodología para instalar sitios pilotos de monitoreo de la biodiversidad y cambio climático. En: N., Aguirre, T., Ojeda-Luna, P., Eguiguren y Z. Aguirre-Mendoza (Eds.), *Cambio climático y Biodiversidad: Estudio de caso de los páramos del Parque Nacional Podocarpus, Ecuador. Programa de biodiversidad y Servicios Ecosistémicos*. (pp.117-142). Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Pauli, H., Gottfried, M., Hohenwallner, D., Reiter, K. y Grabherr, G. (Ed.). (2003). *Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA*. Aproximación al estudio de las cimas. GLORIA-Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria. Edición en español a cargo de Villar, L. Jaca, España.
- Paulí, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., Steinbauer, k. y Grabher, G. (2015). *Manual para el trabajo de campo del Proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas, métodos básicos, complementarios y adicionales*. 5ª edición. GLORIA-Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria. Edición en español a cargo de Benito, J.L y Villar, L., Jaca, España.
- Ramsay, P.M. & Oxley, E.R. (1997). The growth form composition of plant communities in the ecuadorian páramos. *Plant Ecology*, 131, 173-192.

- Ruacho, L., González, M. S., González, M. y López, C. (2013). Diversidad florística en cimas de la Sierra Madre Occidental, México, y su relación con variables ambientales. *Botanical Sciences*, 91(2): 193-205.
- Sabogal, A., y Quinteros, Y. (2013). Diversidad vegetal y uso antrópico de los páramos de Samanga (sectores Espíndola y El Toldo) y San Juan de Cachiaco (caseríos San Juan y Totorá), Ayabaca, Piura. *Ecología Aplicada*. 12(1), 9-17.
- SERNANP. (2015). *Plan Maestro del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, periodo 2015-2019*. Recuperado de <http://www.sernanp.gob.pe/planes-maestros>.
- Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC. (s.f.). Páramos. Consultado el 23 de febrero de 2023. [http://181.225.72.78/Portal-SIAC-web/faces/Dashboard/Biodiversidad2/eco\\_import\\_ambiental/eco\\_import\\_ambiental.xhtml](http://181.225.72.78/Portal-SIAC-web/faces/Dashboard/Biodiversidad2/eco_import_ambiental/eco_import_ambiental.xhtml)
- Smith, J. & Cleef, A.M. (1988). Composition and origins of the world's tropicalpine floras. *Journal of Biogeography*. 15,631-645.
- Terán-Valdez, A., Pinto, E., Cuesta, F., Ortiz, E., Salazar, E., y Suárez, C. 2019. Conservación y uso sostenible de los páramos de Tungurahua. Conocer para manejar. Proyecto EcoAndes, CONDESAN, Quito, Ecuador.
- UNEP. (Junio de 1992). *Convention on biological diversity*. Convención llevada a cabo en United Nations Environmental Program (UNEP), Environmental Law and Institutions Program Activity Centre, Nairobi, Kenia.
- Van der Hammen, T. & Cleef, A. (1986). Development of the high andean paramo flora and vegetation. In: F. Vuilleumier & M. Monasterio. (Eds.), *High Altitude Tropical Biogeography*. (pp. 153-201). Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.

Villar, L., y Benito, J.L. (2003). La flora alpina de Europa y el cambio climático: El caso del pirineo central. España ante los compromisos del protocolo de Kyoto: Sistemas Naturales y Cambio Climático. Barcelona, España.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Umaña, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

XIV. ANEXOS



*Rhynchospora macrochaeta*



*Gentianella liniflora*



*Dorobaea pimpinellifolia*



*Chaptalia oblonga*



*Halenia umbellata*



*Calamagrostis tarmensis*



*Senecio tephrosioides*



*Monticalia andicola*



*Arcytophyllum vernicosum*