



## Diversidad de la familia Orchidaceae en las rutas de acceso a la ciudadela inca del Santuario Histórico de Machupicchu – Sector Wiñaywayna

### Diversity of the Orchidaceae family in the access routes to the Inca citadel of Machupicchu Historic Sanctuary - Wiñaywayna Sector

Alex Ayte-Turpo <sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas, EP. Biología. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.

<sup>2</sup>Departamento Académico de Ciencias Básicas. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Perú.

\*Autor de correspondencia: alexdrag120334@gmail.com

Recibido: 06/10/2023 Aceptado: 01/12/2023 Publicado: 25/01/2024

**Resumen:** En el Perú se estima que existen más de 3,000 especies de orquídeas, destacando el Santuario Histórico de Machupicchu, particularmente el sector de Wiñaywayna, por su riqueza en esta familia. Se evaluó la diversidad de orquídeas en rutas de acceso a la ciudadela inca, implementando 72 puntos de muestreo distribuidas aleatoriamente con transectos de 50 m x 2 m, diseñados para estudiar la flora en espacios angostos (modelo aplicado para el estudio de orquídeas). Se registraron 87 especies de orquídeas distribuidas en 28 géneros. La ruta de Montaña Machupicchu presentó la mayor abundancia y diversidad, con especies como *Epidendrum secundum* y *Epidendrum funckii*, mientras que Phuyopatamarca y Ciudadela Inca evidenciaron menor riqueza, posiblemente por la altitud y la presión turística. El índice de diversidad alfa ( $\alpha$ ) evidenció una alta diversidad en casi todas las rutas, especialmente en Machupicchu y Kantupata; y las de menor diversidad fueron Phuyopatamarca y Ciudadela Inca. En cuanto a la diversidad beta ( $\beta$ ), la similitud entre rutas fue moderada, con una mayor afinidad entre Intipunku y Wiñaywayna según Bray Curtis e Intipunku y ciudadela inca según Jaccard. El estudio concluye que Wiñaywayna es un importante refugio de biodiversidad para las orquídeas, siendo un potencial atractivo para el ecoturismo. La diversidad registrada y las especies en peligro sugieren que el SHM, particularmente Wiñaywayna, es un área de conservación clave para esta familia florística.

**Palabras clave:** abundancia; ecosistema; frecuencia; orquídeas; riqueza

**Abstract:** In Peru, it is estimated that there are more than 3,000 species of orchids, with the Historic Sanctuary of Machu Picchu, particularly the Wiñaywayna sector, standing out for its richness in this family. The diversity of orchids was evaluated on access routes to the Inca citadel, implementing 72 sampling points randomly distributed with 50 m x 2 m transects, designed to study the flora in narrow spaces (model applied to the study of orchids). 87 species of orchids distributed in 28 genera were recorded. The Machu Picchu Mountain route presented the greatest abundance and diversity, with species such as *Epidendrum secundum* and *Epidendrum funckii*, while Phuyopatamarca and the Inca Citadel showed less richness, possibly due to altitude and tourist pressure. The alpha diversity index ( $\alpha$ ) showed a high diversity in almost all routes, especially in Machu Picchu and Kantupata; and those with the lowest diversity were Phuyopatamarca and Ciudadela Inca. Regarding beta diversity ( $\beta$ ), the similarity between routes was moderate, with a greater affinity between Intipunku and Wiñaywayna according to Bray Curtis and Intipunku and Ciudadela Inca according to Jaccard. The study concludes that Wiñaywayna is an important biodiversity refuge for orchids, being a potential attraction for ecotourism. The recorded diversity and the endangered species suggest that the SHM, particularly Wiñaywayna, is a key conservation area for this floristic family.

**Keywords:** abundance; ecosystem; frequency; orchids; richness



## 1. Introducción

Orchidaceae es una de las familias más extensas entre las plantas superiores, con una distribución a nivel mundial con alrededor de 25,000 especies descritas, distribuidas en 750 géneros (Cavero et al., 1991); de las cuales en Perú se estima la presencia de más de 3,000 especies que habitan en zonas de bajo impacto ambiental, enfrentan amenazas y riesgo de extinción debido a actividades humanas como el comercio, la explotación excesiva y la destrucción de su hábitat (SPDA, 2019) y en la cual Machupicchu posee una gran riqueza de esta familia; y Wiñaywayna siendo uno de sus sitios arqueológicos más destacados en dicho sector, el cual es conocido no solo por sus impresionantes terrazas y estructuras antiguas, sino también por su riqueza en biodiversidad, particularmente en orquídeas (MINAM, 2015).

La familia estudiada tiene como reporte para todo el Santuario Histórico de Machupicchu (SHM) 179 especies de orquídeas distribuidas en 56 géneros; donde probablemente 02 especies sean nuevas especies, 02 nuevos reportes para el país y 12 nuevos registros para la zona (Moscoso et al., 2003), y actualmente se posee registros por los trabajos del personal del Servicio natural de áreas naturales protegidas (SERNANP) y ministerio de cultura (DDC-C), siendo evidencia de sus actividades de patrullaje rutinario mas no de un análisis de poblacional de orquídeas a detalle, por lo que se desconoce el estado actual de la diversidad de esta familia en dicho sector; tampoco existe información acerca de la conservación (si aún perduran especies registradas antiguamente o no) de estas especies en los últimos años. La siguiente investigación tiene como objetivo evaluar la diversidad de la familia Orchidaceae en las rutas de acceso a la ciudadela Inca del Santuario Histórico de Machupicchu (SHM) pertenecientes al territorio del sector Wiñaywayna.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en el sector de Wiñaywayna al interior del SHM, correspondiente al punto de intersección entre todas las rutas de la red de caminos Inca; abarca las zonas de Chaquicocha, Phuyopatamarca, Torrepata, Kantupata, Wiñaywayna, Chachabamba, Choquesuysuy, Intipata, Intipunku, Montaña Machupicchu y Ciudadela Inca; localidades ricas en diversidad de flora y con mayor predominancia de orquídeas. El sector evaluado se ubica en las zonas de vida denominadas bosque muy húmedo montano subtropical (bmh – MS) y bosque húmedo montano bajo subtropical (bh – MBS) con mayor dominancia y un pequeño porcentaje (0.8%) de Páramo pluvial – Subalpino Subtropical (pp – SaS) (INC, 1991); con una variación altitudinal entre los 2152 a 3677 m.s.n.m., una temperatura promedio de 16,97 °C, una precipitación media de 2012,10 mm anual (SENAMHI, 2020).

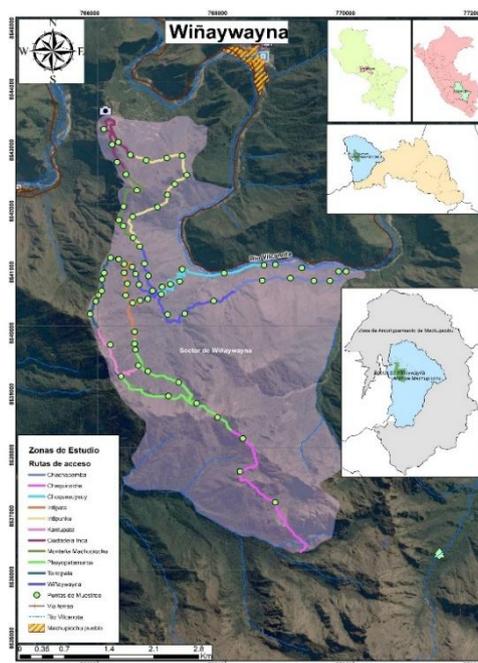


Figura 1. Mapa de ubicación de puntos de muestreo pertenecientes al sector Wiñaywayna.

## 2.1. Metodología

Se evaluó 72 puntos de muestreo implementando en cada punto transectos lineales; para determinar la cantidad de puntos se usó el modelo de tamaño muestral propuesto por Bolaños Rodríguez (2012) donde: para una población definida en 135 cuadrantes de 0.25 km<sup>2</sup> (tamaño total en área de todo el sector Wiñaywayna), con una precisión del 5%, un nivel de confianza del 99% y una probabilidad de fracaso del 0.1. se obtuvieron 62 puntos de muestreo los cuales se distribuyeron de forma aleatoria; como dichos puntos caen aleatoriamente en dicho sector se decidió integrar 10 puntos adicionales en lugares donde existiera un alto índice de orquídeas las cuales no fueron consideradas en la distribución al azar, pero son importantes para un valor de riqueza; obteniendo los 72 puntos mencionados al inicio y teniendo un nivel de confianza por encima del 99%. El muestreo se realizó entre los años 2018 y 2019 con apoyo del personal guardaparque y encargado de la estación biológica Wiñaywayna.

### Transectos lineales

Los transectos, casi imperceptibles, contaban con marcas de localización camufladas para evitar su detección debido a la actividad turística en Machupicchu. Se emplearon transectos de 50x2 m (MINAM, 2015), adecuados para el muestreo de especies de flora y todas sus taxas, en caminos o áreas estrechas; en estos se evaluó la presencia de orquídeas haciendo un conteo de especímenes, extracción de registros nuevos y registros fotográficos.

### Identificación de especies

Se realizó mediante guías de campo, guías taxonómicas, apoyo de personal especialista en taxonomía de orquídeas del SERNANP y UNSAAC y externos; revisión y constatación con muestras del herbario Vargas CUZ.

### Análisis de datos

La base de datos fue elaborada en Microsoft Excel 2019, donde se tomó el registro total de especies registradas en las diversas parcelas por zonas de estudio; de las cuales se determinó la abundancia y frecuencia de las especies. Adicionalmente, se usó el software Past 4.17 para los parámetros poblacionales de riqueza y calcular los índices de diversidad alfa y beta.

## 3. Resultados

### 3.1. Abundancia y riqueza de orquídeas

Para el sector Wiñaywayna se encontró 1282 especímenes de orquídeas distribuidas en 28 generos de 87 especies, de las cuales la ruta de Montaña Machupicchu mayor cantidad de especímenes y especies, seguido de Torrepatá; en cuanto a las especies las rutas con mayor variabilidad de estas son montaña Machupicchu y Kantupata (Tabla 1, Anexo 1).

**Tabla 1.** Número de especies de orquídeas por rutas.

Rutas de Wiñaywayna	Especies	Especímenes
Chachabamba	13	96
Chaquicocha	14	76
Choquesuysuy	15	115
Intipata	15	105
Intipunku	11	124
Kantupata	18	109
Ciudadela Inca	7	51
Montaña Machupicchu	39	280
Phuyopatamarca	8	34
Torrepatá	17	157
Wiñaywayna	17	130

Las rutas con mayor número de especies son Montaña Machupicchu con 39 reportes y Kantupata con 18 registros; mientras que los de menor abundancia son Ciudadela Inca con 7 orquídeas diferentes y Phuyopatamarca con 8.

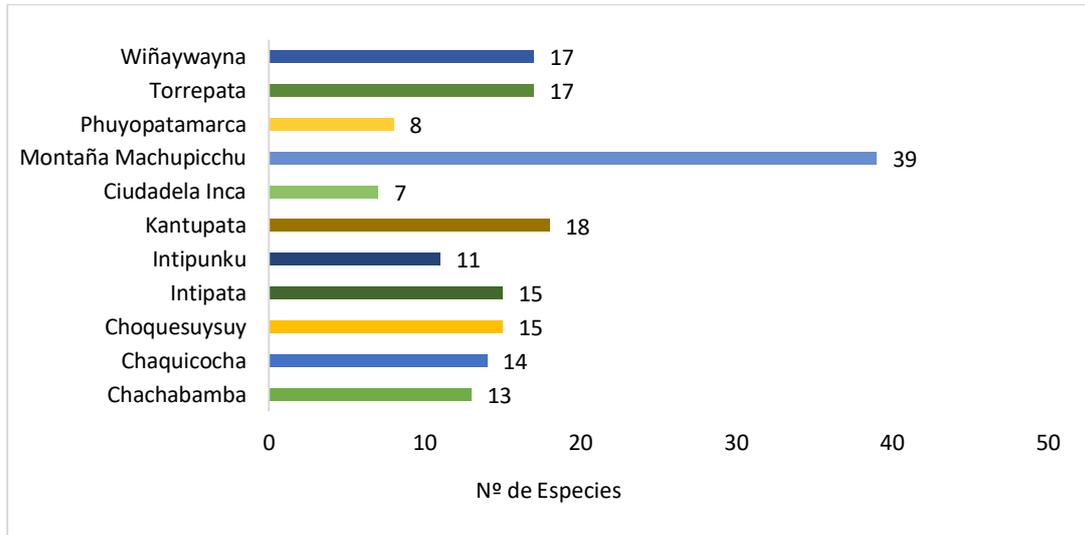


Figura 2. Número de Especies de orquídeas en rutas del sector Wiñaywayna.

La ruta de montaña Machupicchu posee el mayor número de especímenes con 280 registros, seguido de Torrepatá con 157 individuos; mientras que la menor cantidad de orquídeas se evidenció en Phuyopatamarca con 34 reportes y ciudadela Inca con 51.

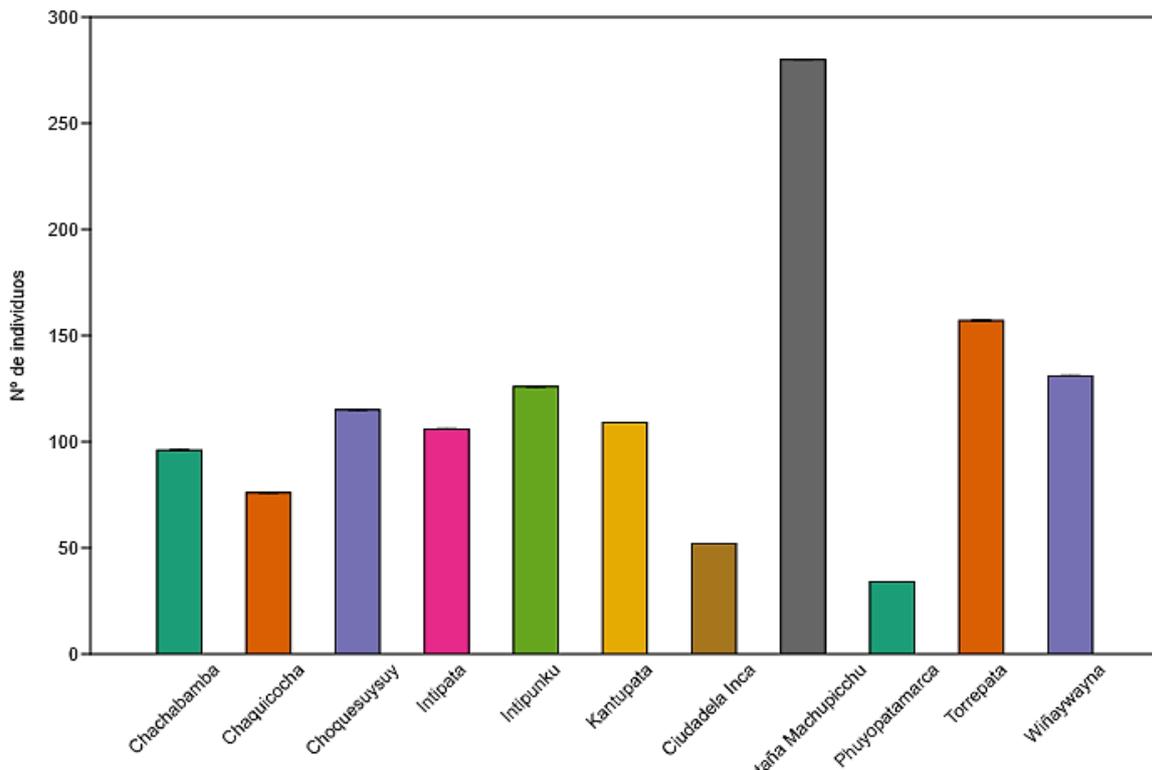


Figura 3. Número de especímenes de orquídeas en rutas del sector Wiñaywayna.

La especie más abundante de orquídeas para todo el sector de Wiñaywayna es *Epidendrum secundum* con 125 especímenes, seguido de *Epidendrum funkii* con 88 individuos; y entre las menos abundantes se encuentran *Anguloa sp*, *Epidendrum miradoranum*, *Epidendrum sp2*, *Habenaria sp*, *Masdevallia chaparensis*, *Maxillaria haemathodes*, *Maxillaria sp3*, *Maxillaria sp8*, *Odontoglossum koehleri*, *Oncidium retusum*, *Pelexia maculata* y *Pleurothallis sp3* con 1 individuo en cada una de estas, pertenecientes a la categoría otros.

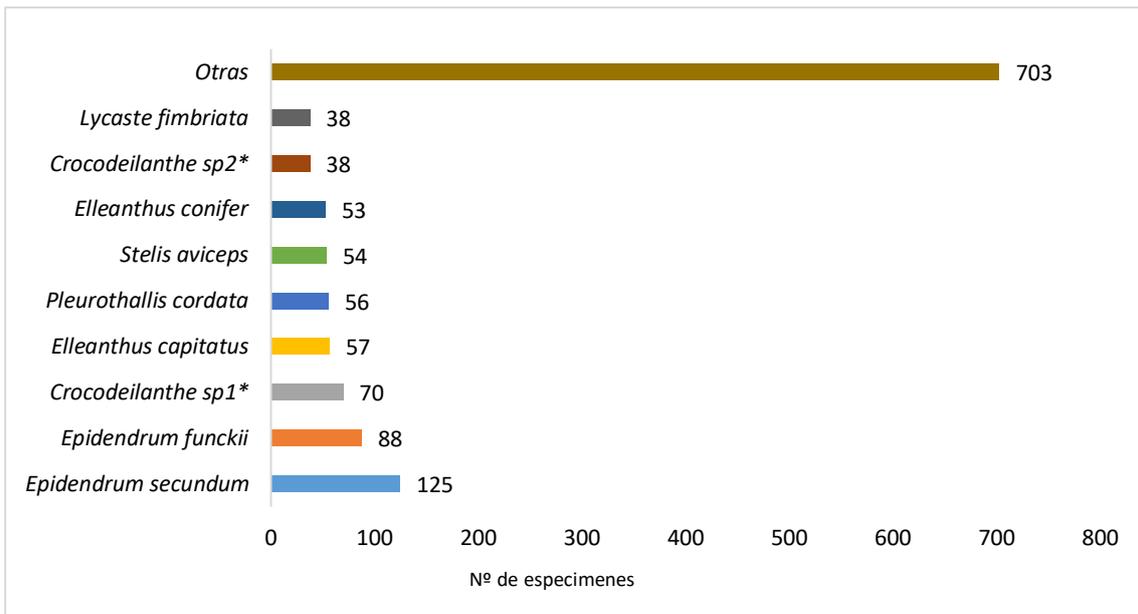


Figura 4. Abundancia de especies de orquídeas en el sector Wiñaywayna.

*Epidendrum secundum* posee un valor de abundancia relativa de 9.75% en relación con el total de la familia Orchidaceae, seguido de *Epidendrum funckii* con 6.86%; y las especies con menor abundancia en suma abarcan un 54, 84% del total de orquídeas, siendo un valor de significancia elevado el cual abarca a 78 especies (total de especies restantes).

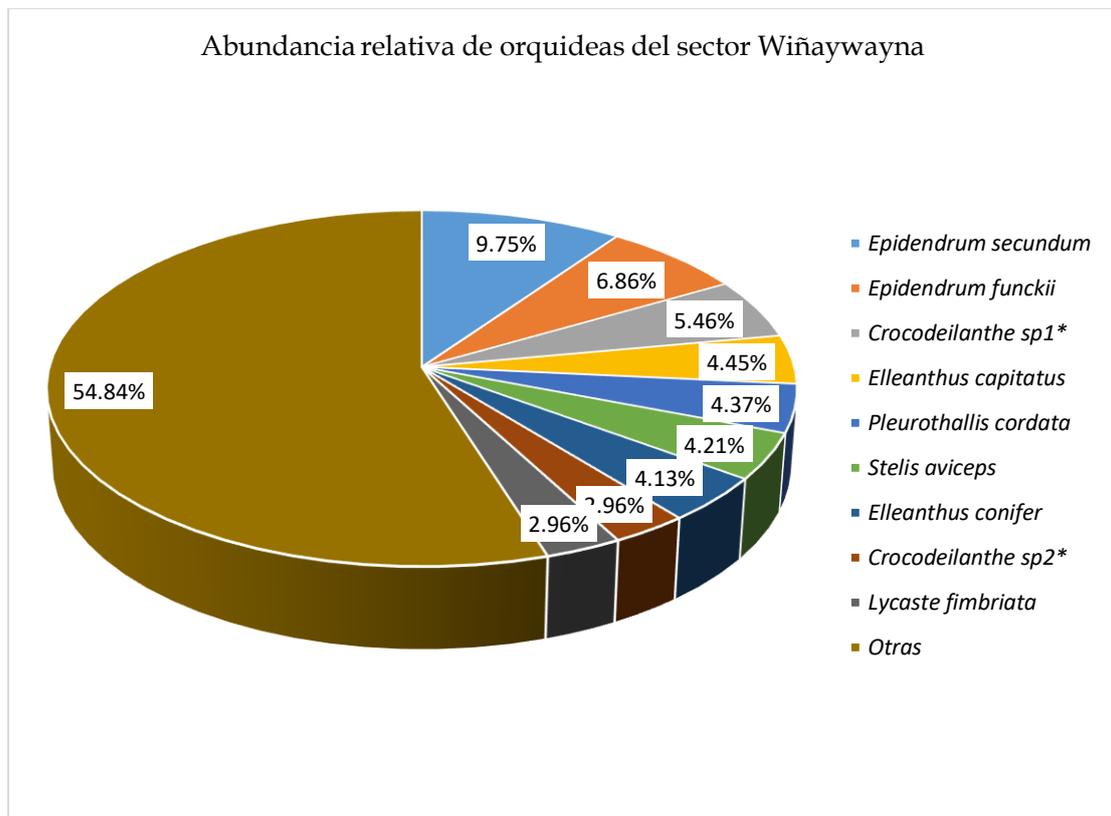


Figura 5. Abundancia relativa de especies de orquídeas en el sector Wiñaywayna.

### 3.2. Frecuencia de orquídeas

En relación a las rutas de acceso a la ciudadela inca se tiene que *Epidendrum secundum* es la más frecuente del sector Wiñaywayna con presencia en 8 rutas de las 11 existentes seguido de *Epidendrum syringothirsus* con 6; en cuanto a las menos frecuentes se encuentran *Pleurothallis pyllocardioides*, *Crocodeilantho sp3*, *Stelis quinquenervia*, *Pleurothallis sp2*, *Pleurothallis sp1*, *Stelis sp4*, *Maxillaria equitans*, *Maxillaria floribunda*, *Elleanthus*

*amethystinus*, *Epidendrum bambusiforme*, *Masdevallia sp*, *Maxillaria platypetala*, *Prosthechea vespa*, *Maxillaria sp5*, *Scelochilus sp*, *Telipogon bowmanii*, *Anguloa virginalis*, *Arelidia sp*, *Epidendrum sp1*, *Epidendrum sp3*, *Gomphichis sp*, *Maxillaria sp1*, *Maxillaria sp5*, *Maxillaria sp6*, *Maxillaria sp7*, *Phragmipedium caudatum*, *Platystele sp*, *Telipogon sp*, *Anguloa sp*, *Epidendrum miradoranum*, *Epidendrum sp2*, *Habenaria sp*, *Masdevallia chaparensis*, *Maxillaria haemathodes*, *Maxillaria sp3*, *Maxillaria sp8*, *Odontoglossum koehlery*, *Oncidium retusum*, *Pelexia maculata*, y *Pleurothallis sp3*; todas estas con solo una frecuencia de 1.

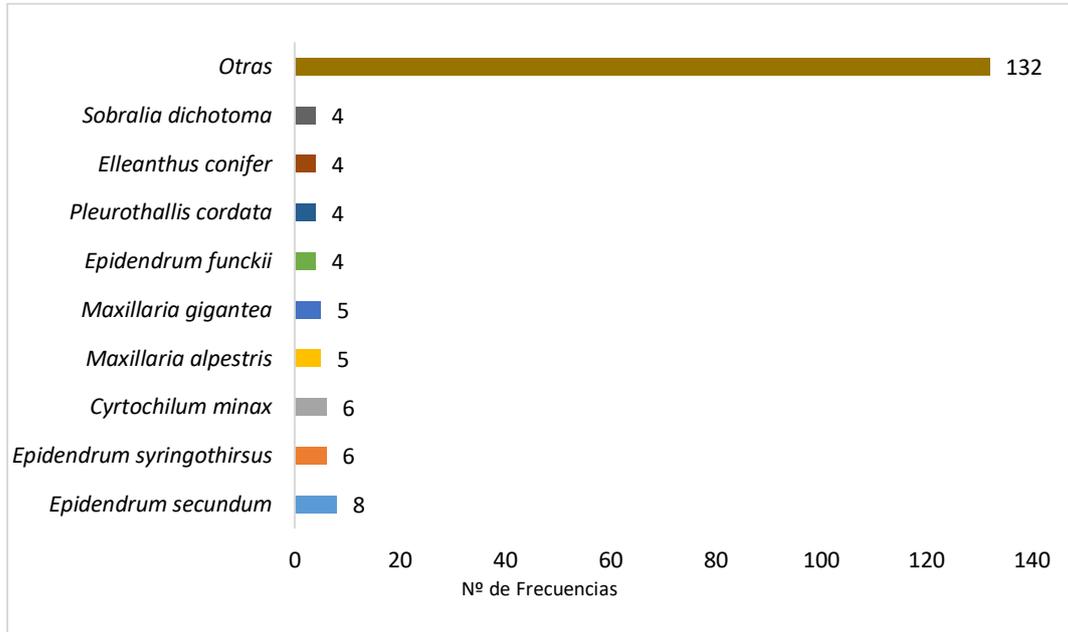


Figura 6. Frecuencia de especies de orquídeas en el sector Wiñaywayna.

En cuanto a la frecuencia relativa se tiene que *Epidendrum secundum* es la de mayor valor porcentual con 4.49%, seguido de *Epidendrum syringothirsus* con 3.37%; y las especies con menor frecuencia en suma abarcan un 74,16% del total de orquídeas, siendo un valor de significancia elevado el cual abarca a 78 especies (total de especies restantes).

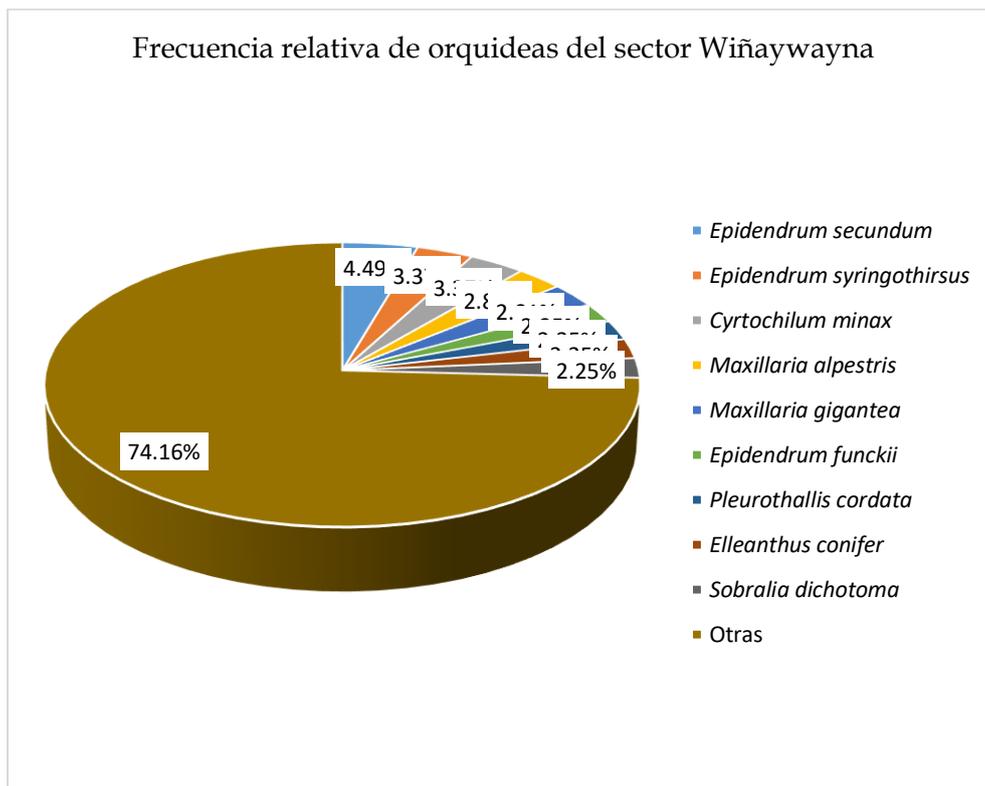
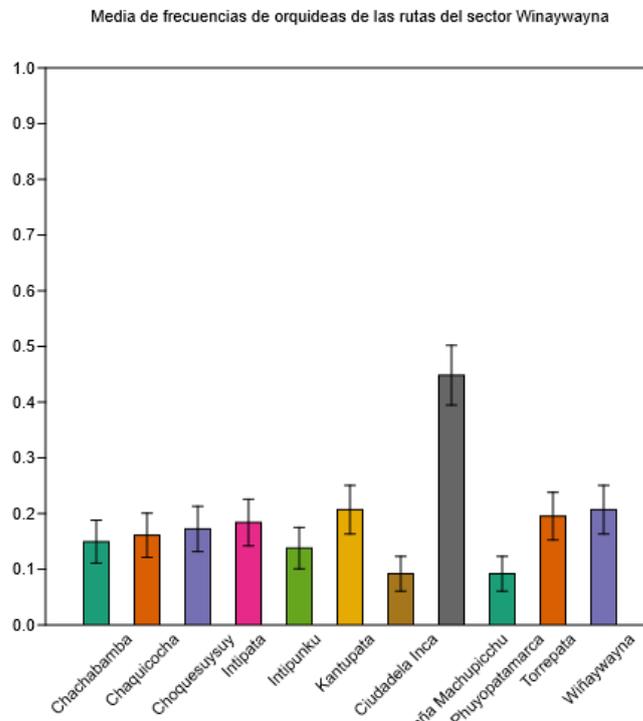


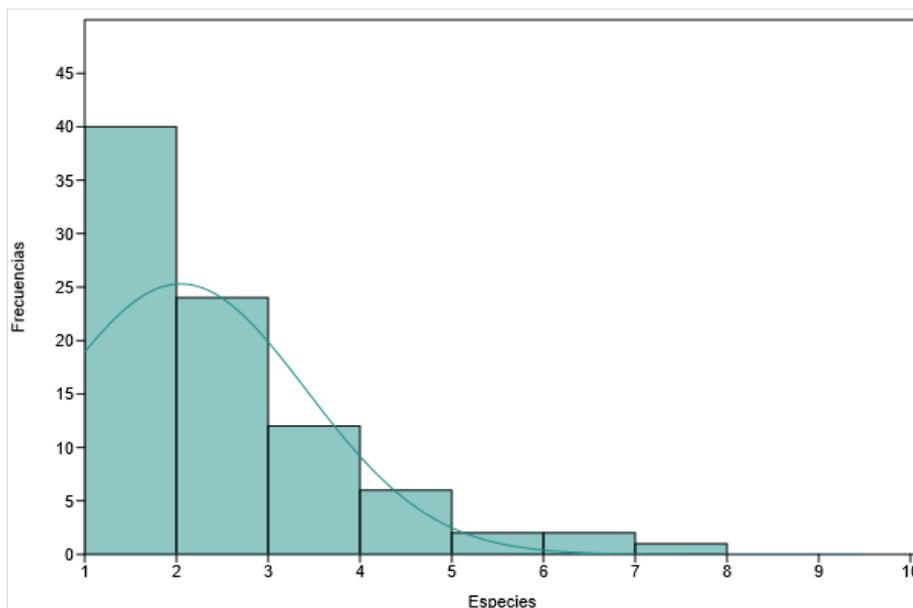
Figura 7. Frecuencia relativa de especies de orquídeas en el sector Wiñaywayna.

En la Montaña Machupicchu se observa que la media frecuencial es de casi 0.5; lo que indica que en dicho sector la probabilidad de encontrar dos o más especímenes de una especie en dicha ruta de forma continua es elevada; mientras que Ciudadela Inca y Phuyopatamarca la media frecuencial es de 0.09, lo que indica que la probabilidad de encontrar dos o más especímenes de la misma especie para cada ruta en forma continua es mínima, y en las demás rutas estas se encuentran equilibradas teniendo una media promedio común de 2.



**Figura 8.** Media de frecuencia de especies de orquídeas en el sector Wiñaywayna.

Para Wiñaywayna se observa que las 40 especies de orquídeas (pertenecientes al primer 7mo total de especies) tienen una frecuencia de aparición del 40% en las diversas zonas de estudios, indicando que varias de las especies registradas son de fácil avistamiento, mientras que un pequeño grupo de alrededor de 12 especies (pertenecientes al 5to, 6to y 7mo total de especies) abarcan una frecuencia minoritaria al 7%, por lo cual su registro solo se da en una zona de monitoreo y son de difícil avistamiento.



**Figura 9.** Frecuencia por número de especies.

### 3.3. Índices de diversidad

#### Índice alfa ( $\alpha$ ) de orquídeas

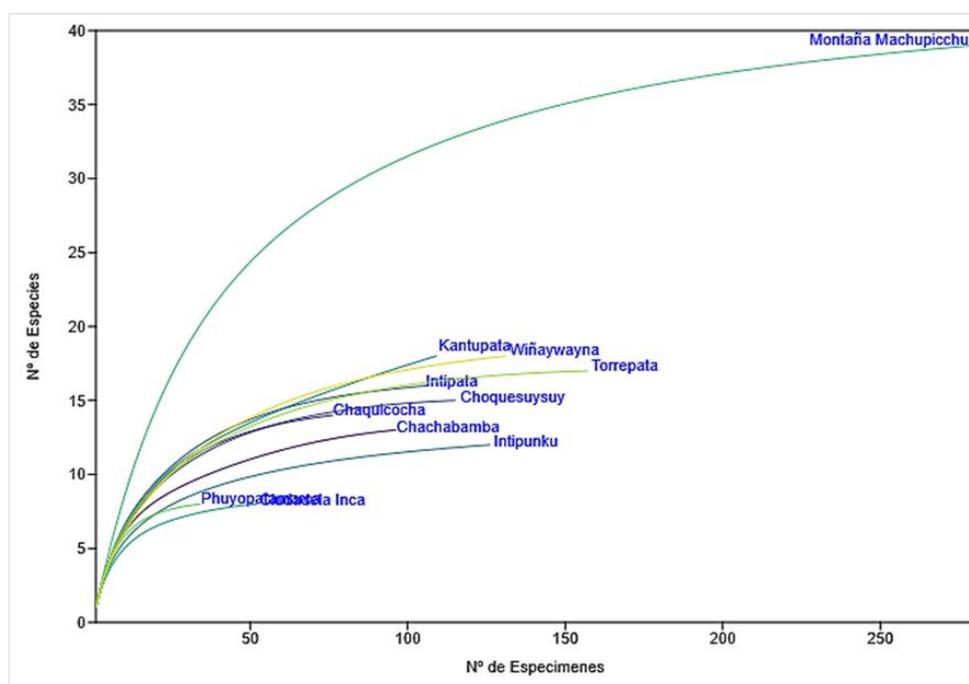
Se observa que las rutas correspondientes a montaña Machupicchu es la de mayor riqueza con un valor de 39, seguido de Kantupata con 18; estos valores son contrastados con el análisis de Margalef, en los cuales se tiene que para el primero el valor es de 6.74 nits y para el segundo de 3.62 nits; mientras que las rutas de Ciudadela Inca y Phuyopatamarca son las de menor riqueza con valores de 7 y 8 nits respectivamente; y un índice de Margalef de 1,53 y 1,99 en ambos sectores. En relación con el número de especímenes por especie se tiene que montaña Machupicchu tiene un valor de 12,31 y Kantupata con 6.14 lo cual indica una diversidad elevada; mientras que ciudadela Inca e Intipunku poseen una diversidad baja con un valor de 2,20 y 2,92 respectivamente (Tabla 2).

En cuanto al análisis de CHAO 1 se nota que la probabilidad de encontrar más especies es elevada en montaña Machupicchu y Kantupata con 40.99% y 24,94%, mientras ciudadela Inca y Phuyopatamarca este valor decrece (7% y 8.49% respectivamente), indicando que hay menor probabilidad de encontrar nuevas especies en dichas rutas.

**Tabla 2.** Índice de diversidad alfa ( $\alpha$ ) de orquídeas.

Rutas de estudio	Riqueza	Riqueza (Margalef)	Fisher Alpha	Chao 1
Chachabamba	13.00	2.63	4.06	13.20
Chaquicocha	14.00	3.00	5.04	14.25
Choquesuysuy	15.00	2.95	4.61	15.17
Intipata	15.00	3.01	4.79	15.25
Intipunku	11.00	2.08	2.92	11.99
Kantupata	18.00	3.62	6.14	24.94
Ciudadela Inca	7.00	1.53	2.20	7.00
Montaña Machupicchu	39.00	6.74	12.31	40.99
Phuyopatamarca	8.00	1.99	3.30	8.49
Torrepatá	17.00	3.16	4.85	17.17
Wiñaywayna	17.00	3.29	5.23	17.25

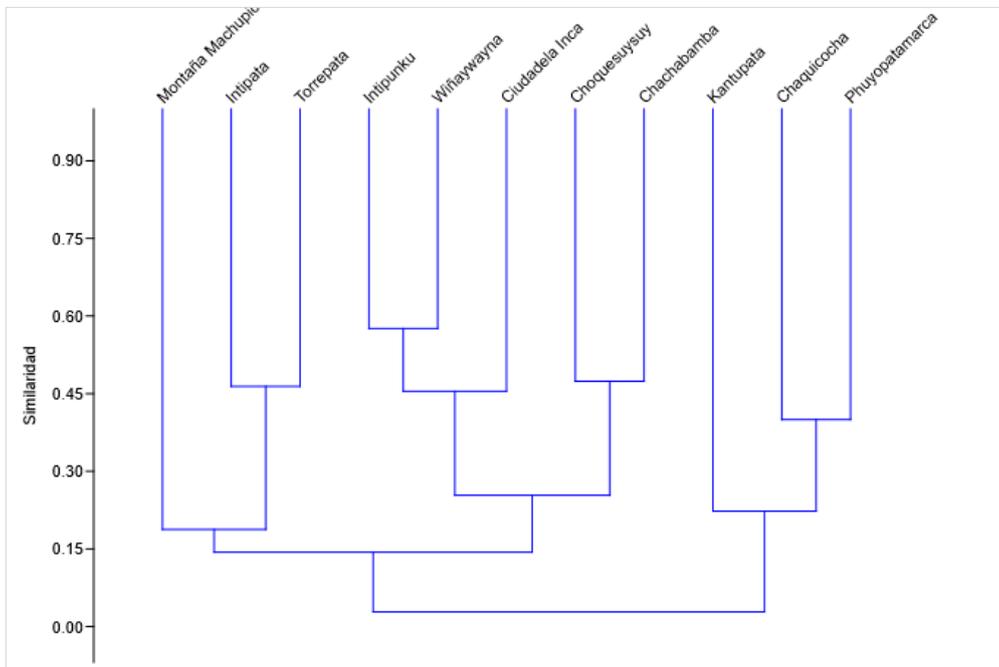
En referencia a la curva de rarefacción se nota que la mayoría de rutas se encuentran en equilibrio en relación con el número de especímenes por especies registradas (tendiendo un poco a haber mayor número de especímenes en relación con especies), con excepción del sector de Kantupata, donde el número de especies se encuentran en mayor número proporcional al número de especímenes, por lo cual la probabilidad de encontrar más especies es elevada.



**Figura 10.** Frecuencia por número de especies.

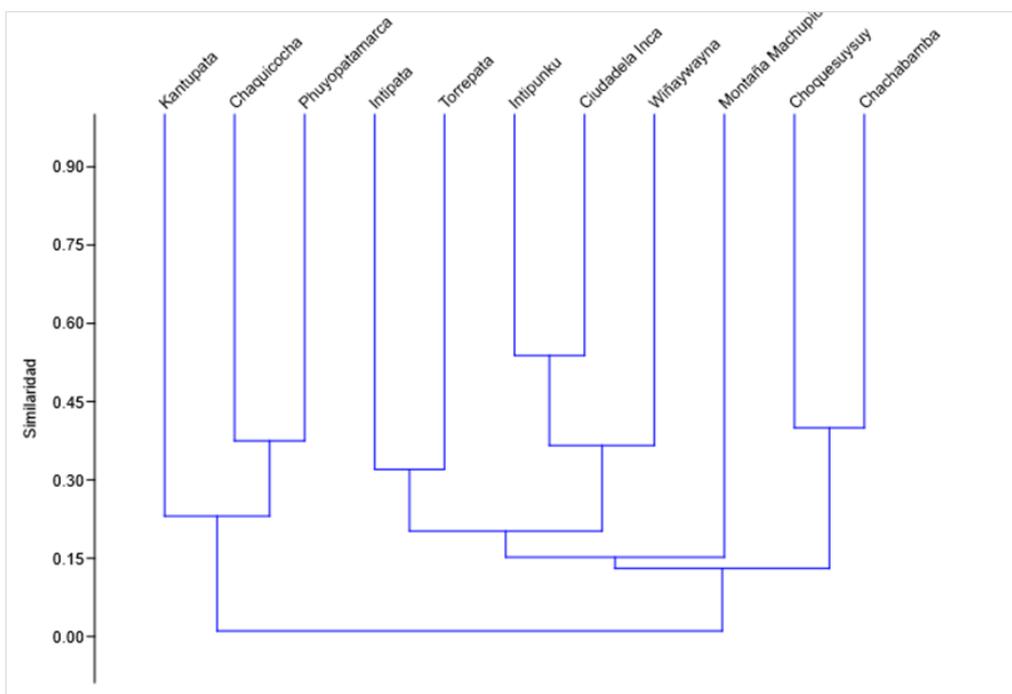
**Índice beta ( $\beta$ ) de orquídeas**

Mediante el análisis de Bray Curtis se determina las rutas de Intipunku con Wiñaywayna tiene un valor aproximado de 0.6 indicando una similitud elevada de especies. La similitud de especies entre: Kantupata, Chaquicocha y Phuyopatamarca; en relación con las demás rutas es nula (0); esto a razón probable de la variación altitudinal entre estas rutas mencionadas con las demás que comparten casi el mismo nivel altitudinal.



**Figura 11.** Dendrograma del índice de Bray Curtis.

Mediante el análisis de Jaccard se determina las rutas de Intipunku con ciudadela Inca, las cuales tiene un valor aproximado de 0.5, poseen una similitud media de especies. La similitud de especies entre: Kantupata, Chaquicocha y Phuyopatamarca; en relación con las demás rutas es nula (0); esto a razón probable de la variación altitudinal entre estas rutas mencionadas con las demás que comparten casi el mismo nivel altitudinal.



**Figura 12.** Dendrograma del índice de Jaccard.

## 4. Discusiones

Según el Instituto Nacional de Recursos Naturales e Instituto Nacional de Cultura (INC, 1991) en el plan maestro del 2015 indica que el SHM posee más de 3000 especies de flora, de las cuales cerca de 2000 son especies vasculares, de las cuales 423 especies son orquídeas; representando un 25% del total de la flora de esta área natural protegida (ANP), y estando 2 de estas especies en peligro crítico de extinción. Con el siguiente estudio se infiere que las orquídeas encontradas en las rutas del sector Wiñaywayna poseen una riqueza de 87 especies, el cual equivale a un 20,56% de orquídeas totales en dicha área; o un 5.14% del total de flora para todo el SHM; denotando una elevada diversidad; y siendo esta familia un atractivo turístico para los visitantes en dicho sector.

Las rutas de acceso a la ciudadela Inca mediante la red de caminos inca correspondientes al sector de Wiñaywayna posee 87 especies distribuidas en 28 géneros, las cuales a un 48.6% de especies encontradas por Moscoso et al. (2003) y a un 77.78% de lo registrado por Gonza Ituza (2015); en el primer caso, estos enfocaron sus estudios en orquídeas en dicho sector tomando en cuenta no solo las rutas, sino también las zonas de jungla y acceso restringido; mientras que en el segundo casi este se enfocó por identificar orquídeas mediante estratos altitudinales donde determino que la mayoría se encuentran entre los 2600 a 2900 m.s.n.m.; En comparación al total de orquídeas dentro del SHM, se tiene como registro mayoritario de orquídeas al registro de Galiano et al. (2002) quien colecto 2828 especies de flora, de las cuales 436 eran especies de dicha familia y haciendo un contraste con lo encontrado se determina que para el sector de Wiñaywayna donde hay influencia antrópica se tiene 19.95% de orquídeas en relación a dicho total.

Según los registros evidenciados, se estima que las orquídeas tienen una elevada probabilidad de encontrarse en zonas de poco impacto, a pesar de su gran número en relación con la abundancia y frecuencia registrado en el sector de estudio; lo cual da a entender que en relación área – número de especies; dicho sector podría ser uno de los más diversos a nivel mundial con el mayor número de registros comprobados, a su vez de ser una zona muy atractivas para actividades de ecoturismo.

## Conclusiones

Se registró 87 especies de orquídeas distribuidas en 28 géneros a lo largo del sector Wiñaywayna, donde montaña Machupicchu posee la mayor cantidad de especímenes y Phuyopatamarca el menor.

Las especies más abundantes de orquídeas son *Epidendrum secundum* y *Epidendrum funkii*, quienes comparten hábitat y se confunden mucho por sus semejanzas morfológica; y entre las más frecuentes encontramos a *Epidendrum secundum*, *Epidendrum syringothirsus* y *Cyrtorchilum minax*.

Según la diversidad  $\alpha$ , las orquídeas presentan un elevado índice de diversidad con excepción de Phuyopatamarca; Intipunku y ciudadela Inca, esto a razón que el primero se encuentra a una altitud por encima de los 300 m.s.n.m. donde la escasez de orquídeas es notable, y en el segundo y tercer caso por la actividad antrópica al ser el principal atractivo turístico de la zona. Los valores de riqueza son variados en todas las rutas, poseyendo un equilibrio entre número de especímenes y número de especies; con excepción de kantupata donde el número de especies es mayor al número de especímenes; y la probabilidad de encontrar más especies tiene a ser bastante elevada, esto demostrado en el índice de Chao 1. Según la diversidad  $\beta$  se observa que la similitud de especies está por debajo del 50%, con excepción de la relación entre las rutas de Intipunku y Wiñaywayna (Bray Curtis); e Intipunku con ciudadela Inca (Jaccard); la mayoría de similitudes tiene a estar por encima del 40%; con lo cual se concluye que existe la posibilidad de por encima del 40% de encontrar una especie en dos puntos diferentes a lo largo de las rutas evaluadas.

## Agradecimientos

Agradezco al SERNANP-Machupicchu (especialistas y guardaparques) por las facilidades para el ingreso al sector de Wiñaywayna y poder realizar la investigación y registro de dichas especies en dicho sector, a la estación biológica Wiñaywayna, al Dr. Isau Huamantupa, Herbario Vargas CUZ y al Sr. Macario Zúñiga quienes me ayudaron con la identificación de especies.

## Financiamiento

El presente trabajo no tuvo financiamiento alguno.

## Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflictos de ninguna índole durante el desarrollo del estudio y su publicación.

## Contribución de autores

Ayte-Turpo: conceptualización, análisis formal, metodología, investigación, curación de datos, escritura (preparación del borrador final), redacción (revisión y edición).

## Referencias bibliográficas

- Bolaños Rodríguez, E. (2012). *Estadística para el Desarrollo Tecnológico: Muestra y muestreo* (p. 20). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/14620>
- Cavero, M., Collantes, B., & Patroni, C. (1991). *Orquídeas del Perú* (1.<sup>a</sup> ed.). Centro de Datos para la Conservación del Perú.
- Galiano, W., Tupayachi, A., Farfán, J., Huamán, D., Moreno, M., Tupayachi, R., Suclli, E., & Caraza, F. (2002). *Ampliación del inventario de biodiversidad botánica del Santuario Histórico de Machu Picchu, Cusco – Perú* (2.<sup>a</sup> ed.). Ministerio de Cultura del Perú.
- Gonza Ituza, F. M. (2015). *Descripción de la riqueza, abundancia, diversidad específica y distribución altitudinal de especies de orquídeas, en Winaywayna, Cusco, 2013-2014* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/429>
- INC. (1991). *Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 1998 – 2003. Cusco, Perú*. (1.<sup>a</sup> ed.). Instituto Nacional de Recursos Naturales e Instituto Nacional de Cultura.
- MINAM. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación* (p. 50). Ministerio del Ambiente. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2683-guia-de-inventario-de-la-flora-y-vegetacion>
- Moscoso, D., Salinas, N., & Nauray, W. (2003). La Familia Orchidaceae L. en Wiñay-Wayna, Santuario Histórico de Machu Picchu. *Lyonia*, 3(2), 273-282. [https://www.lyonia.org/Archives/Lyonia3\(2\)2003\(145-308\)/MoscosoZambrano,D.,N.SalinasRevilla&W.NaurayHuari1%3BLyonia3\(2\)2003\(273-282\).pdf](https://www.lyonia.org/Archives/Lyonia3(2)2003(145-308)/MoscosoZambrano,D.,N.SalinasRevilla&W.NaurayHuari1%3BLyonia3(2)2003(273-282).pdf)
- SENAMHI. (2020). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- SPDA. (2019). *Perú posee unas 3000 especies de orquídeas, de las cuales 300 se encuentran amenazadas*. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. <https://www.actualidadambiental.pe/peru-posee-unas-3000-especies-de-orquideas-de-las-cuales-300-se-encuentran-amenazadas/#:~:text=Deacuerdoconlosdatos,categorizaciónde especiesamenazadasde>

## 5. Anexos

Tabla 3. Listado de la composición de la familia Orchidaceae en rutas del sector Wiñaywayna.

Especie	Chachabamba	Chaquicocha	Choquesuysuy	Intipata	Intipunku	Kantupata	Ciudadela Inca	Montaña Machupicchu	Phuyopatamarca	Torrepatata	Wiñaywayna
<i>Epidendrum secundum</i>	12	0	8	4	24	0	20	15	0	7	35
<i>Epidendrum funckii</i>	15	0	0	0	35	0	8	0	0	0	30
<i>Crocodelanthe sp1*</i>	0	0	0	25	0	15	0	0	0	30	0
<i>Elleanthus capitatus</i>	12	0	30	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>Pleurothallis cordata</i>	0	0	5	12	0	0	0	15	0	24	0
<i>Stelis aviceps</i>	0	0	0	0	0	18	0	12	0	24	0
<i>Elleanthus conifer</i>	10	0	18	0	10	0	0	15	0	0	0
<i>Crocodelanthe sp2*</i>	0	0	0	0	0	20	0	18	0	0	0
<i>Lycaste fimbriata</i>	0	0	0	0	25	0	5	0	0	0	8
<i>Stelis inca</i>	0	0	0	18	0	0	8	0	0	10	0
<i>Sobralia setigera</i>	18	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Masdevallia veitchiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	25	1
<i>Epidendrum pachichylum</i>	0	16	0	0	0	12	0	0	0	0	0
<i>Ida gigantea</i>	0	0	15	0	0	0	0	12	0	0	0
<i>Epidendrum ardens</i>	0	18	0	0	0	0	0	0	8	0	0
<i>Sudamerlycaste ciliata</i>	0	0	6	0	0	0	0	20	0	0	0
<i>Stelis purpurea</i>	0	0	0	0	10	0	0	15	0	0	0
<i>Pleurothallis lamellaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	16	0	8	0
<i>Sobralia dichotoma</i>	16	0	4	0	3	0	0	1	0	0	0
<i>Epidendrum syringothirsus</i>	0	0	0	3	8	0	2	1	0	2	5
<i>Cyrtorchilum minax</i>	0	0	0	2	3	0	2	4	0	4	5
<i>Stelis connata</i>	0	0	0	0	4	0	6	8	0	0	2
<i>Maxillaria alpestris</i>	1	0	3	5	0	0	0	0	0	3	6
<i>Stelis sp6*</i>	0	8	0	0	0	0	0	10	0	0	0
<i>Dendrobium sp*</i>	0	5	0	0	0	6	0	0	5	0	0
<i>Pleurothallis microcardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	4
<i>Maxillaria gigantea</i>	0	0	2	3	1	0	0	6	0	0	3
<i>Pleurothallis pyllocardioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
<i>Stelis sp5*</i>	0	4	0	0	0	11	0	0	0	0	0
<i>Stelis tricardium</i>	0	0	0	0	0	6	0	7	0	0	0
<i>Crocodelanthe sp3*</i>	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontoglossum bicolor</i>	0	5	0	0	0	0	0	4	0	3	0
<i>Stelis quinquenervia</i>	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
<i>Elleanthus longibracteatus</i>	0	2	0	0	0	5	0	0	3	0	0
<i>Epidendrum coronatum</i>	0	5	0	0	0	2	0	0	2	0	0
<i>Oncidium sp*</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	0
<i>Stelis sp1*</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	5	0	0
<i>Stelis sp3*</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	5

Especie	Chachabamba	Chaucicocha	Choquesuysuy	Intipata	Intipunku	Kantupata	Ciudadela Inca	Montaña Machupicchu	Phuyopatamarca	Torrepatá	Wiñaywayna
<i>Pleurothallis sp2*</i>	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
<i>Sobralia boliviana</i>	0	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0
<i>Stelis sp2*</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	0	3	0
<i>Ida macrophyla</i>	2	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Masdevallia antonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3
<i>Pleurothallis sp1*</i>	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stelis sp4*</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
<i>Acianthera sp*</i>	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	1
<i>Epidendrum floribundum</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1
<i>Epidendrum inamoenum</i>	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Lepanthes sp*</i>	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Maxillaria equitans</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
<i>Maxillaria floribunda</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
<i>Elleanthus amethystinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Epidendrum bambusiforme</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Masdevallia sp*</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Maxillaria platypetala</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Maxillaria sp2*</i>	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontoglossum sp2*</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Prosthechea vespa</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Maxillaria sp5*</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Odontoglossum sp*</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
<i>Oncidium cimiciferum</i>	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Scelochilus sp*</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Telipogon bowmanii</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Anguloa virginialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Arelidia sp*</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp1*</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp3*</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Gomphichis sp*</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Maxillaria sp1*</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Maxillaria sp5*</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Maxillaria sp6*</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Maxillaria sp7*</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Phragmipedium caudatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Platystele sp*</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Telipogon sp*</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anguloa sp*</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Epidendrum miradoranum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp2*</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Habenaria sp*</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Masdevallia chaparensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Maxillaria haemathodes</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Especie	Chachabamba	Chaquicocha	Choquesuysuy	Intipata	Intipunku	Kantupata	Ciudadela Inca	Montaña Machupicchu	Phuyopatamarca	Torrepatá	Wiñaywayna
<i>Maxillaria sp3*</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Maxillaria sp8*</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Odontoglossum koehleri</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Oncidium retusum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pelexia maculata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurothallis sp3*</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0