

Ingeniería en la abundancia y diversidad de árboles forestales de la comunidad andina de Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica

Engineering in the abundance and diversity of forest trees in the Andean community of Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica

Charles Frank Saldaña-Chafloque 
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
charlessaldana@unat.edu.pe

Sharon Dayana Mendoza-Mallqui 
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
73792529@unat.edu.pe

Diana Estrella Orellana-Reyes 
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
71996021@unat.edu.pe

Jack Brando Perez-Hijar 
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
72171728@unat.edu.pe

Nick Maycol Rodas-Riveros 
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
71656877@unat.edu.pe

RESUMEN

Objetivo: Determinar la abundancia y diversidad de árboles forestales de la Comunidad Andina de Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica. **Metodología:** Compreendida por 16 unidades de muestreo, distribuidas de forma aleatoria en la superficie forestal de la mencionada comunidad, conformada por transectos de 20m x 50m, donde se evaluó todas las especies forestales con DAP (diámetro a la altura de pecho) mayor a 10 cm, procediendo a la identificación taxonómica de cada especie forestal. **Resultados:** La composición florística, abundancia y frecuencia, indican que las familias más representativas son la Cupressaceae, Myrtaceae y Pittosporaceae, Pinaceae y Rosaceae. Presenta una riqueza de 7 especies. La especie con mayor número de individuos fue *Eucalyptus globulus* (2754), más abundante fue *Eucalyptus globulus* con 92.08% y más frecuencia fue *Eucalyptus globulus* con 30.19%. Según el índice de Simpson (0.1561), Índice de Shannon – Wiener (0.3448) y el Índice de Margalef (0.4587), representado todos estos índices una diversidad baja de especies de árboles forestales. **Conclusión:** La información de la biodiversidad florística obtenida, permite que los pobladores de la comunidad andina de Ahuaycha conozcan el potencial forestal que cuentan, para su conservación, uso sostenible y sustentable de dichos recursos.

Palabras clave: Abundancia, diversidad, composición florística, valle andino.

ABSTRACT

Objective: To determine the abundance and diversity of forest trees in the Andean Community of Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica. **Methodology:** Comprised of 16 sampling units, randomly distributed in the forest area of the aforementioned community, made up of 20m x 50m transects, where all forest species with DBH (diameter at breast height) greater than 10 were evaluated cm, proceeding to the taxonomic identification of each forest species.

pág. 2

Artículo científico

Volumen 5, Número 1, enero - junio, 2022
Recibido: 09-02-2022, Aceptado: 08-02-2022



<https://doi.org/10.46908/tayacaja.v5i1.190>



Results: The floristic composition, abundance and frequency indicate that the most representative families are the Cupressaceae, Myrtaceae and Pittosporaceae, Pinaceae and Rosaceae. It presents a richness of 7 species. The species with the highest number of individuals was *Eucalyptus globulus* (2754), the most abundant was *Eucalyptus globulus* with 92.08% and the most frequent was *Eucalyptus globulus* with 30.19%. According to the Simpson index (0.1561), Shannon - Wiener Index (0.3448) and Margalef Index (0.4587), all these indices represent a low diversity of forest tree species. Conclusion: The information on floristic biodiversity obtained, allows the inhabitants of the Andean community of Ahuaycha to know the forest potential they have, for their conservation, sustainable and sustainable use of these resources.

Keywords: Abundance, diversity, floristic composition, andean valley.

INTRODUCCIÓN

Los bosques brindan múltiples servicios ecosistémicos y contienen una gran proporción de la biodiversidad terrestre de la Tierra. Proporcionan hábitats para muchos grupos taxonómicos que incluyen aves, vertebrados, invertebrados y microbios, que se ven afectados de diferentes maneras por los bosques actuales y pasadas prácticas de manejo. El tipo y la intensidad del manejo forestal son principales impulsores de la diversidad estructural e impactan la biodiversidad en los ecosistemas forestales. Conservación y restauración de los ecosistemas forestales es una de las principales tareas críticas para la protección de ecosistemas globales. (Madrigal-González et al., 2020; Oettel & Lapin, 2021; Toraño et al., 2018). Al abordar la crisis mundial de la biodiversidad del siglo XXI, los recientes esfuerzos políticos a nivel internacional, regional y local se han centrado en los bosques, la biodiversidad y la contribución que puede hacer a una biodiversidad más amplia metas de conservación. Por ejemplo, el Plan Estratégico de las Naciones Unidas para los Bosques 2030 y su meta del Objetivo Forestal Mundial 2, subraya la contribución de todos los tipos de bosques a la conservación de la biodiversidad (UN, 2017). El logro de las metas mundiales de diversidad biológica en los ecosistemas forestales gestionados requiere métodos técnicamente apropiados, económicamente viables y socialmente aceptables con criterios e indicadores bien definidos para ordenación forestal sostenible a nivel local, regional y nacional (FAO, 2020).

La definición de diversidad de especies considera tanto el número de especies; como el número de individuos o abundancia de cada especie existente en un lugar determinado. Se evalúa mediante índices, que son herramientas utilizadas en estudios florísticos y ecológicos para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosques, etc., siendo

los Andes el punto de biodiversidad más rico de especies en el mundo. En este sentido, es necesario realizar inventarios de vegetación para comprender la diversidad y el estado de conservación en el que se encuentran a fin de complementar los esfuerzos para reducir la incertidumbre sobre el conocimiento de la biodiversidad en estos ecosistemas (Feng et al., 2021; Khaniya & Shrestha, 2020).

La diversidad de especies y su estructura son esenciales para la biodiversidad forestal porque los árboles proporcionan la necesidades básicas y hábitat de otras especies. Se ha aceptado ampliamente que la distribución de especies y la estructura y su respuesta a los factores ambientales son conceptos centrales para el estudio ecológico. Además, la comprensión de la diversidad y la estructura de los bosques es fundamental para el clima, que suele cambiar debido a la regulación, porque su manipulación puede permitir la creación de bosques que absorban más carbono dióxido. Por lo tanto, es importante que los bosques sean monitoreados constantemente para determinar si se mantiene la diversidad. Sin embargo, aunque se ha prestado mucha atención a la biodiversidad, su conservación y cómo varía la biodiversidad entre las diferentes condiciones del bosque, todavía solo tenemos una comprensión limitada de cómo la diversidad y la estructura de los bosques varían entre las diferentes regiones de precipitación porque esos bosques siempre se encuentran en diferentes regiones con diferentes climas (Cirimwami et al., 2019; Eisawi et al., 2021; Khaine et al., 2017; Li et al., 2021)

La estructura del bosque también puede mostrar una marcada variación entre continentes, como es el caso de los bosques tropicales que son ricos en diversidad biológica y contienen una proporción significativa de la diversidad biológica mundial, y varían geográficamente dependiendo de la historia evolutiva y el clima. Por lo tanto, el conocimiento de cómo la diversidad, distribución y estructura de los bosques

tropicales varía entre las regiones pluviales, siendo crítico para la ecología tropical. Además, las relaciones entre especies y medio ambiente se pueden utilizar como indicadores de las condiciones ambientales, la diversidad y los patrones de los bosques se pueden utilizar para dilucidar la fitogeografía. Sin embargo, a pesar de la importancia de esta información, se han obtenido pocos datos detallados. obtenido para los bosques tropicales (Asuk et al., 2018; Khaine et al., 2017). Se estima que la diversidad de especies vegetales y su distribución en el espacio tienen efectos importantes sobre la función de los ecosistemas de humedales. Sin embargo, el conocimiento de las relaciones entre las especies de plantas y la diversidad espacial sigue siendo incompleto (Brack, 2013; Chamané-Zapata et al., 2019).

Los Andes son el centro de biodiversidad de especies más rico del mundo. La mayor parte de la investigación y la atención de la conservación en los Andes se ha centrado en biomas como el bosque lluvioso, el bosque nuboso y el páramo, donde la diversidad de especies de plantas es el resultado de la rápida especiación asociada con la orogenia andina reciente (Brack, 2013; Chamané-Zapata et al., 2019).

El Perú es uno de los países más valiosos de nuestro planeta, debido a su alta diversidad ecológica de climas, franja altitudinal de vegetación y ecosistemas productivos. La alta diversidad de ecosistemas ha permitido el desarrollo de numerosos grupos humanos. Se han realizado estudios sobre las Poaceae en la región Huancavelica-Perú, en las provincias de Huancavelica, Tayacaja y Castrovirreyna (Gutiérrez et al., 2019; Gutiérrez & Castañeda, 2017); sin embargo, los ecosistemas forestales altoandinos siguen siendo los menos estudiados y representan uno de los sistemas más amenazados y menos gestionados (Chamané-Zapata et al., 2019).

Los bosques forestales, son objeto de varios estudios para comprender mejor el papel que podrían desempeñar en el desarrollo sostenible, el cambio climático y la biodiversidad florística. Los bosques forestales, proporcionan muchos bienes y servicios ecosistémicos, como la prevención de la erosión del suelo y la preservación de hábitats para plantas y animales. El manejo sostenible de estos bosques requiere un buen conocimiento de todos los árboles forestales naturales; este conocimiento sólo podría ser confiable a través de estudios del medio forestal.

Los bosques están sometidos a una gran presión antropogénica y requieren intervenciones de gestión para mantener la biodiversidad, la productividad y la sostenibilidad en general. La conservación de la biodiversidad a largo plazo depende básicamente del conocimiento de la estructura, la diversidad de especies y las características ecológicas de la vegetación. Los estudios de árboles forestales, son muy importantes para el conocimiento de la diversidad de flora forestal, siendo primordial la comprensión de los diversos aspectos ecológicos (Pauta, 2016; Reátegui, 2015). Sin embargo, la explotación irracional de los árboles forestales, se viene acentuando de gran manera como la tala y el tráfico ilegal, motivo por el cual se ve mermado el uso potencial de la madera de los bosques, especialmente de las especies de elevada valoración comercial. Asimismo, las principales consecuencias de esta deforestación provoca la pérdida de árboles empeorando el calentamiento global; el impacto en los ecosistemas, debido a que los bosques preservan el agua, los suelos, las plantas y la vida silvestre; pérdida de especies; daño al agua, pues los bosques son represas naturales que atrapan el agua de lluvia en sus copas y en las hojas, reteniendo y purificando el agua de lluvia y; la tala forestal permite una rápida escorrentía y destruye la capacidad del suelo para absorber agua (Keys et al., 2017; Pauta, 2016; Reátegui, 2015).

Por lo antes mencionado, la presente investigación tiene como objetivo el estudio de la abundancia y diversidad de árboles forestales de la comunidad andina de Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica, siendo un instrumento vital para la obtención de información de la flora forestal, permitiendo que los pobladores conozcan el potencial forestal que cuentan, para su conservación, uso sostenible y sustentable de dichos recursos.

METODOLOGÍA

Es un estudio descriptivo, desarrollado en la Comunidad Andina de Ahuaycha, que se encuentra ubicada al suroeste de la Provincia de Tayacaja en el Departamento de Huancavelica, a una altura de 3262 m.s.n.m., abarcando una superficie forestal de 4.564 km² y localizada a 12°24'27" de latitud sur y 74°53'27" de longitud oeste.

Las unidades de muestreo fueron distribuidas de forma aleatoria, conformada por transectos de 20m x 50m, donde se evaluaron todas las especies forestales con DAP (diámetro a la altura de pecho) mayor a 10 cm. Registrándose la información recabada en campo de forma separada por transecto (MINAM, 2015).

Para la determinación del cálculo del tamaño del número de unidades de muestreo, se empleó la siguiente fórmula:

$$N = \frac{(CV\%)^2 * t^2}{(E\%)^2}$$

Donde:

- N : Número de unidades de muestreo,
- CV% : Coeficiente de variabilidad relacionado al volumen maderable del bosque.
- E% : Error de muestreo igual a 15 %.
- T : 2, al 95 % de probabilidad.

Cabe indicar que se está considerando el valor del CV% de 30%, para este tipo de bosques donde no se cuenta con dicha información (MINAM, 2015).

Determinándose así el cálculo de 16 unidades de muestreo de 20m x 50m. (1000m²)

Tabla 1

Unidades de muestreo de árboles forestales de la Comunidad Andina de Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica.

Unidad de muestreo	Superficie muestreada (m ²)	Longitud Oeste	Latitud Sur	Altitud (m.s.n.m)
UM 1	1000 m ²	74°53'26.2''	12°25'01.2''	3272
UM 2	1000 m ²	74°53'26.0''	12°24'57.8''	3278
UM 3	1000 m ²	74°53'22.8''	12°24'55.9''	3280
UM 4	1000 m ²	74°53'22.8''	12°10'56.4''	3275
UM 5	1000 m ²	74°53'29.6''	12°24'59.3''	3277
UM 6	1000 m ²	74°53'19.3''	12°23'53.6''	3278
UM 7	1000 m ²	74°53'31.7''	12°23'46.1''	3265
UM 8	1000 m ²	74°53'27.5''	12°24'54.0''	3254
UM 9	1000 m ²	74°53'24.2''	12°24'52.6''	3275
UM 10	1000 m ²	74°53'32.1''	12°24'52.1''	3278
UM 11	1000 m ²	74°53'26.9''	12°24'50.6''	3277
UM 12	1000 m ²	74°53'32.8''	12°23'35.3''	3275
UM 13	1000 m ²	74°53'30.6''	12°23'34.5''	3265
UM 14	1000 m ²	74°53'15.4''	12°23'29.6''	3278
UM 15	1000 m ²	74°53'12.9''	12°23'30.1''	3280
UM 16	1000 m ²	74°53'14.3''	12°23'27.4''	3265

Fuente: Elaboración propia.

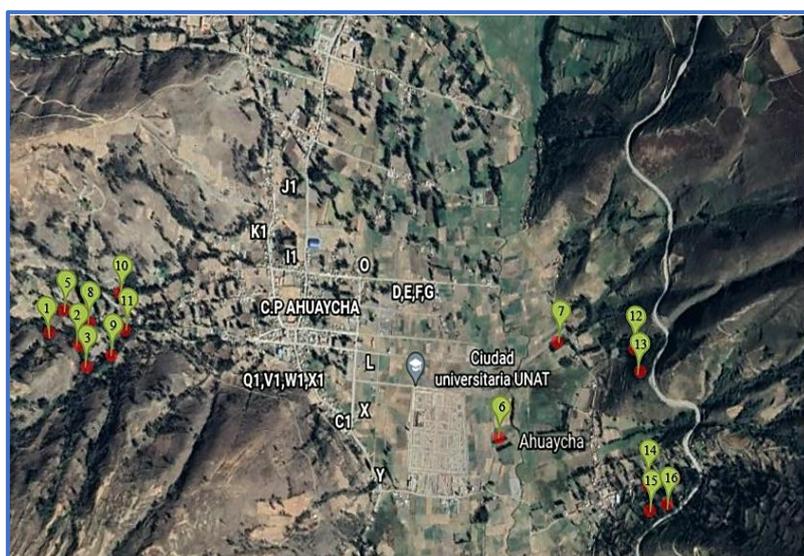


Figura 1: Localización de las Unidades de muestreo de árboles forestales de la Comunidad Andina de Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica.

Fuente: Elaboración propia

Procedimientos de recolección de datos

Se realizó el muestreo de forma aleatoria, conformada por 16 unidades de muestreo, donde las unidades de muestreo del 1 a 4 se realizaron en julio, las unidades de muestreo del 5 al 8 se realizaron en agosto, las unidades de muestreo del 9 al 12 se realizaron en setiembre y las unidades de muestreo del 13 al 16 se realizaron en octubre del presente año.

Identificación de las plantas

Luego de haberse llevado a cabo el muestreo, se procedió a la recolección de las muestras, las cuales fueron transportadas cubiertas con papel periódico al Herbarium Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo (H.U.T.), donde se realizó el acopio de información taxonómica de las mismas. Cabe mencionar que se utilizó las claves taxonómicas reportadas en la flora del Perú (Brako & Zarucchi, 1993; Mostacero et al., 2009). Asimismo, se verificó toda la información recabada para su posterior análisis (Calderón & Rzedowski, 2010; Font, 2001; Vasquez & Rojas, 2016).

Análisis de datos

La información obtenida fue organizada en tablas; asimismo, complementada con artículos científicos y libros sobre el tema en estudio (Mostacero et al., 2011).

En la determinación de la **Abundancia** de las especies, se expresa como **abundancia absoluta**, al número total de individuos de cada especie existentes en el área de estudio de las 16 unidades de muestreo; y, la **abundancia relativa**, como la participación de cada individuo expresada en porcentaje (López-Hernández et al., 2017).

$$Ai = \frac{Ni}{S}$$

Donde:

- Ai** : abundancia absoluta
Ni : número de individuos de la especie i.
S : superficie de muestreo (ha)

Abundancia relativa:

$$ARi = \left[\frac{Ai}{\sum_{i=1..n} Ai} \right] \times 100$$

Donde:

- Ai** : abundancia absoluta
ARI : abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total

En la determinación de la frecuencia de las especies, se expresa como **frecuencia absoluta**, está dada por la cantidad de veces que se realizó el registro por especie en que ocurrieron; y, la frecuencia relativa, indica la participación de la frecuencia absoluta de cada especie expresada en porcentaje (López-Hernández et al., 2017).

$$Fi = \frac{Pi}{NS} \quad FRI = \left[\frac{Fi}{\sum_{i=1..n} Fi} \right] \times 100$$

Donde:

- Fi** : frecuencia absoluta
FRI : frecuencia relativa de la especie i respecto a la suma de las frecuencias
Pi : número de sitios en el que está presente la especie i
NS : número total de sitios de muestreo

En la determinación de la **Diversidad** de especies, es el número de especies distintas que se hallan en una superficie determinada (López-Hernández et al., 2017).

En la determinación de la riqueza de especies se empleó el **índice de Margalef**, que es una medida empleada en la estimación de la diversidad de especies, que tiene cuenta la distribución numérica de los individuos de las diversas especies de árboles forestales presentes en las unidades de muestreo; **índice de Simpson**, expresa la probabilidad de que dos individuos cualesquiera tomados al azar de una comunidad infinitamente grande pertenezcan a la misma especie; y, el **índice de Shannon-Wiener**; siendo este último un logaritmo que nos da a conocer la diversidad de especies independientes de su entorno. Cabe indicar que éste índice también nos brinda información sobre la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores tales como la abundancia relativa y el número de especies presentes (Castellanos Bolaños et al., 2008; Magurran, 2004; Shannon & Weaver, 1964).

Índice de Margalef

$$D(Mg) = \frac{(S - 1)}{\ln(N)}$$

Índice de Simpson

$$D = 1 - \sum (ni)^2$$

Dónde:

- D**: El índice de diversidad de Simpson.

Artículo científico

Volumen 5, Número 1, enero - junio, 2022
Recibido: 09-02-2022, Aceptado: 08-02-2022



<https://doi.org/10.46908/tayacaja.v5i1.190>



ni: La abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie dividido entre el número total de individuos de la muestra.
Índice de Shannon-Wiener.

$$H' = \sum_{i=1}^S pi \times \ln(pi)$$

$$pi = \frac{ni}{N}$$

Donde:

S: número de especies presentes

N: número total de individuos

ni: número de individuos de la especie *i*

pi: proporción de individuos de la especie *i*

RESULTADOS

Tabla 2

Taxonomía de las especies de árboles forestales de la Comunidad Andina de Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Pinales	Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés
Myrtales	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
Pinales	Pinaceae	<i>Pinus canariensis</i>	Pino canario
Pinales	Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	Pino insigne
Apiales	Pittosporaceae	<i>Pittosporum tobira</i>	Azahar de la china
Rosales	Rosaceae	<i>Polylepis incana</i>	Quinual
Rosales	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Guinda

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Abundancias y Frecuencias de las especies de árboles forestales de la Comunidad Andina de Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica.

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (%)	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)
<i>Cupressus macrocarpa</i>	47	1.57%	5.00	9.43%
<i>Eucalyptus globulus</i>	2754	92.08%	16.00	30.19%
<i>Pinus canariensis</i>	14	0.47%	6.00	11.32%
<i>Pinus radiata</i>	38	1.27%	10.00	18.87%
<i>Pittosporum tobira</i>	65	2.17%	7.00	13.21%
<i>Polylepis incana</i>	34	1.14%	3.00	5.66%
<i>Prunus serotina</i>	39	1.30%	6.00	11.32%
Total	2991	100.00%	53	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Índices de diversidad de las especies de árboles forestales halladas en las 16 unidades de muestreo (UM) de la Comunidad Andina de Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica.

Indicadores de diversidad	UM 1	UM 2	UM 3	UM 4	UM 5	UM 6	UM 7	UM 8	UM 9	UM 10	UM 11	UM 12	UM 13	UM 14	UM 15	UM 16	Promedio
Especies	4	4	2	2	2	3	3	3	4	4	5	4	4	3	3	3	3
Individuos	107	104	328	299	301	123	121	135	121	155	146	212	210	177	323	129	187
Índice de Simpson	0.158	0.163	0.076	0.077	0.136	0.124	0.126	0.113	0.28	0.145	0.236	0.293	0.136	0.087	0.151	0.198	0.1561
Índice de Shannon - Wiener	0.36	0.378	0.167	0.168	0.262	0.284	0.287	0.264	0.594	0.328	0.518	0.622	0.328	0.214	0.335	0.408	0.3448
Índice de Margalef	0.642	0.646	0.173	0.175	0.175	0.416	0.417	0.408	0.626	0.595	0.803	0.56	0.561	0.386	0.346	0.412	0.4587

La composición de la flora de árboles forestales fue representada por 7 especies identificadas en la Comunidad Andina de Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica; distribuidas en cinco familias: Cupressaceae, Myrtaceae y Pittosporaceae con 1 especie cada una; y, Pinaceae y Rosaceae con 2 especies cada una (Tabla 2).

La especie más abundante fue *Eucalyptus globulus* con 92.08%; y las especies con baja abundancia fueron *Cupressus macrocarpa*, *Pinus canariensis*, *Pinus radiata*, *Pittosporum tobira*, *Polylepis incana* y *Prunus serótina*, representando el 1.57%, 0.47%, 1.27%, 2.17%, 1.14% y 1.30% respectivamente (Tabla 3).

La especie con más frecuencia fue *Eucalyptus globulus* con 30.19%; seguida de *Pinus radiata* (18.87%), *Pittosporum tobira* (13.21%), *Pinus canariensis* (11.32%), *Prunus serótina* (11.32%), *Cupressus macrocarpa* (9.43%) y *Polylepis incana* (5.66%) (Tabla 3).

Los resultados de esta investigación muestran que la Comunidad Andina de Ahuaycha presenta una riqueza de 7 especies identificadas; se determinó el promedio de los índices de diversidad de las 16 unidades de muestreo obteniéndose un índice de Simpson (0.1561), Índice de Shannon – Wiener (0.3448) y el Índice de Margalef (0.4587), representado todos estos índices una diversidad baja de especies de árboles forestales (Tabla 4).

DISCUSIÓN

Los valores de abundancia y diversidad de árboles forestales de la comunidad andina de Ahuaycha, aún presenta un bajo nivel de alteración, debido a las diferentes actividades antropogénicas desarrolladas en el área de influencia (Pauta, 2016; Reátegui, 2015).

La riqueza de las especies locales y la variación de composición entre los valles altoandinos, difieren entre los tipos de vegetación (Brandt et al., 2015; Flinn et al., 2008). Cabe mencionar que la actividad del hombre ha cambiado la diversidad existente de la flora forestal del mundo, siendo una señal de la recuperación de la flora forestal después de haber sido utilizada (Walters et al., 2019).

Asimismo, se reportaron en Puno para la provincia de Collao 45 especies de plantas en humedales altoandinos, presentando una alta composición florística (Condori & Choquehuanca, 2001), también en Bolivia, reportaron 58 especies de plantas en humedales altoandinos. (Alzérreca et al., 2001). Sin embargo, en nuestro estudio se presentó una menor composición de especies de árboles forestales en la comunidad andina de Ahuaycha.

Exploraciones en el distrito de Lircay, reportan un total de 46 especies y una subespecie de la familia Poaceae, agrupadas en 21 géneros, 11 tribus y 6 subfamilias. El género *Calamagrostis* es el más diverso con 9 especies, seguido de *Poa* con 5 especies. Asimismo, *Aciachne acicularis* “paccupaccu”, *Arundo donax* “carrizo”, *Cortaderia hieronymi* y *Ortachne erectifolia* “iruichu” son nuevos reportes para la región de Huancavelica (Gutiérrez & Castañeda, 2014). En nuestro estudio en la comunidad andina de Ahuaycha la familia Myrtaceae, es la más abundante con la especie representante *Eucalyptus globulus*.

Estudios realizados en la vegetación y composición florística de la microcuenca Pachachaca, ubicada en el noroeste de Huancavelica, entre 2001 y 2003. Se registraron 180 especies pertenecientes a 57 familias. La composición florística muestra una gran riqueza en especies. Las Asteraceae fueron más representativas en las zonas medias y bajas, Poaceae en las tierras altas y Fabaceae en las zonas medias y bajas de la cuenca (Parra et al., 2004). Sin embargo, en nuestro estudio en la comunidad andina de Ahuaycha se identificaron cinco familias: Cupressaceae, Myrtaceae, Pittosporaceae, Pinaceae y Rosaceae, presentando menor composición florística de árboles forestales.

También se logró reconocer 81 especies endémicas en 19 géneros. Las gramíneas endémicas del Perú se han encontrado en prácticamente todas las regiones ecológicas reconocidas, aunque la mayoría se encuentra en las regiones Puna Seca y Húmeda, Altoandina y Mesoandina, desde el nivel del mar hasta los 5500 m de altitud. Se ha informado de la existencia de veinticinco endemias en las áreas protegidas de Perú (La-Torre et al., 2004). En comparación, en la comunidad andina de Ahuaycha ubicada a una altitud de 3262m.s.n.m. se identificaron siete especies: *Cupressus macrocarpa*, *Eucalyptus globulus*, *Pinus canariensis*, *Pinus radiata*, *Pittosporum tobira*,

Polylepis incana y *Prunus serotina*, presentando un bajo número de especies.

Los resultados de los índices de biodiversidad indican que la diversidad de vegetación de árboles forestales de la comunidad andina de Ahuaycha presentan un bajo nivel de alteración, debido a las diferentes actividades antropogénicas desarrolladas en el área de influencia (ganadería, turismo) (Peralta-Peláez & Moreno-Casasola, 2009). Además, en el estudio de la diversidad florística en pastizales según formación vegetal en la subcuenca del río Shullcas, Junín, Perú informa que el índice de Shannon-Wiener (H') reveló que las formaciones vegetales en la parte alta tienen una alta diversidad de 3,12 a 3,41; mientras que en la parte inferior tienen una diversidad media de 2,75 y 2,81 (Yaranga et al., 2018). Estos resultados son cercanos a los encontrados en los páramos, porque coincide con el valor H' más alto en el caso de pastizales con mayor cobertura (Caranqui et al., 2016; Zheng et al., 2014). Este hecho reafirma la teoría de que los ecosistemas de pastizales presentan diversidad heterogénea con la presencia de diferentes especies entre ellos (Habel et al., 2013); esto indica que la ubicación de las parcelas evaluadas en cada formación vegetal influye en el índice obtenido (Habel et al., 2013). Sin embargo, los resultados de nuestro estudio difieren, respecto a los bajos índices de diversidad de los árboles forestales presentes de la comunidad andina de Ahuaycha.

Asimismo, cabe mencionar que en la comparación de índices de diversidad se debe considerar las diferencias en los métodos y áreas de muestreo. Por tanto, es necesario establecer los elementos base y las condiciones bajo las cuales se deben calcular los índices, de manera que aspectos como área de muestreo, hábito y categorías de tamaño, que permitan realizar comparaciones entre ecosistemas similares (Chamané-Zapata et al., 2019).

Los índices de diversidad son muy útiles en la descripción de comunidades ecológicas. Dado que la diversidad en una comunidad es expresión de la distribución de recursos y energía, su estudio es uno de los enfoques más útiles en el análisis de comunidades (Rangel-Ch, 2015). Con respecto a la Riqueza de Especies (S) menciona que, la forma ideal de medición, es tener un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies, obtenido por un censo de la comunidad (Rangel-Ch, 2015); sin embargo, en la investigación este índice se ha

determinado a partir de un muestreo de las comunidades de vegetación de árboles forestales de las 16 unidades de muestreo en la superficie forestal de la comunidad andina de Ahuaycha, basándose únicamente en el número de especies presentes en el área de estudio.

CONCLUSIONES

La composición florística, abundancia y frecuencia, indican que las familias más representativas de la comunidad andina de Ahuaycha son: Cupressaceae, Myrtaceae, Pittosporaceae, Pinaceae y Rosaceae.

La familia botánica con mayor número de individuos fue Myrtaceae (2754 individuos). Las familias botánicas con más especies fueron: Pinaceae (2 especies) y Rosaceae (2 especies).

La especie con mayor número de individuos fue *Eucalyptus globulus* (2754), más abundante fue *Eucalyptus globulus* con 92.08% y más frecuencia fue *Eucalyptus globulus* con 30.19%.

Según los índices de Simpson, Índice de Shannon – Wiener y el Índice de Margalef, de los árboles forestales la comunidad andina de Ahuaycha presenta una diversidad baja.

La información de la biodiversidad florística obtenida, permite que los pobladores de la comunidad andina de Ahuaycha conozcan el potencial forestal que cuentan, para su conservación, uso sostenible y sustentable de dichos recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alzérreca, H., Prieto, G., Laura, J., Luna, D., & Laguna, S. (2001). Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano (Primera). ALT; PNUD. http://www.alt-perubolivia.org/Web_Bio/PROYECTO/Docum_bolivia/21.12.pdf
- [2] Asuk, S., Etim, E., Ifebueme, N., & Akpaso, O. (2018). Species composition and diversity of mangrove swamp forest in southern Nigeria. *International International Journal of Avian & Wildlife Biology*, 3(2), 159–164. <https://doi.org/10.15406/ijawb.2018.03.00078>

- [3] Brack, A. (2013). Biodiversidad y Biocomercio en el Perú. In *Meteorologische Zeitschrift* (Vol. 22, Issue 2000).
- [4] Brako, L., & Zarucchi, J. (1993). Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Missouri Botanical Garden. EEUU.
- [5] Brandt, E., Petersen, J., Grossman, J., Allen, G., & Benzing, D. (2015). Relationships between spatial metrics and plant diversity in constructed freshwater wetlands. *PLoS ONE*, 10(8), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135917>
- [6] Calderón, G., & Rzedowski, J. (2010). Flora fanerogámica del Valle de México. In Instituto de Ecología, A.C (Edición di). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- [7] Caranqui, J., Lozano, P., & Reyes, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), 33–45. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n1.86>
- [8] Castellanos Bolaños, J., Treviño Garza, E., Aguirre Calderón, O., Jiménez Pérez, J., Musalem Santiago, M., & López Aguillón, R. (2008). Estructura de bosques de pino pátula bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Madera y Bosques*, 14(2), 51–63. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712008000200005
- [9] Chamané-Zapata, F., Custodio-Villanueva, M., Yaragua-Cano, R., & Pantoja-Esquivel, R. (2019). Diversity of the riparian vegetation of high Andean wetlands of the Junín region, Peru. *Revista Ambiente y Agua*, 14(3), 1–15. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- [10] Cirimwami, L., Doumenge, C., Kahindo, J., & Amani, C. (2019). The effect of elevation on species richness in tropical forests depends on the considered lifeform: results from an East African mountain forest. *Tropical Ecology*, 60(4), 473–484. <https://doi.org/10.1007/s42965-019-00050-z>
- [11] Condori, E., & Choquehuanca, D. (2001). Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito peruano del sistema TDPS (Primera). ALT; PNUD. <https://docplayer.es/80123274-Evaluacion-de-las-caracteristicas-y-distribucion-de-los-bofedales-en-el-ambito-peruano-del-sistema-tdps.html>
- [12] Eisawi, K., He, H., Shaheen, T., & Yasin, E. (2021). Assessment of Tree Diversity and Abundance in Rashad Natural Reserved Forest, South Kordofan, Sudan. *Open Journal of Forestry*, 11(01), 37–46. <https://doi.org/10.4236/ojf.2021.111003>
- [13] FAO. (2020). Sustainable forest management: lessons of history and recent developments. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/forestry/sfm/es/>
- [14] Feng, G., Huang, J., Xu, Y., Li, J., & Zang, R. (2021). Disentangling Environmental Effects on the Tree Species Abundance Distribution and Richness in a Subtropical Forest. *Frontiers in Plant Science*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.622043>
- [15] Flinn, K., Lechowicz, M., & Waterway, M. (2008). Plant species diversity and composition of wetlands within an upland forest. *American Journal of Botany*, 95(10), 1216–1224. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800098>
- [16] Font, P. (2001). *Diccionario de Botánica (Segunda Ed)*. Ediciones Península. Barcelona. España.
- [17] Gutiérrez, H., & Castañeda, R. (2014). Diversidad De Las Gramíneas (Poaceae) De Lircay (Angaraes, Huancavelica, Perú). *Ecología Aplicada*, 13(1), 23–33. <https://doi.org/10.21704/rea.v13i1-2.451>
- [18] Gutiérrez, H., & Castañeda, R. (2017). Catálogo De Las Gramíneas (Poaceae) De Huancavelica, Perú. *Ecología Aplicada*, 16(1), 63–73. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v16n1/a08v16n1.pdf>
- [19] Gutiérrez, H., Castañeda, R., & Nauray, W. (2019). *Epidendrum suinii* (Orchidaceae: Epidendroideae) a new record for peruvian flora. *Revista Peruana de Biología*, 26(2), 271–274. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i2.15142>
- [20] Habel, J., Dengler, J., Janišová, M., Török, P., Wellstein, C., & Wiezik, M. (2013). European grassland ecosystems: Threatened hotspots of biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 22(10), 2131–2138. <https://doi.org/10.1007/s10531-013-0537-x>
- [21] Keys, P., Wang-Erlandsson, L., Gordon, L., Galaz, V., & Ebbesson, J. (2017). Approaching moisture recycling governance. *Global Environmental Change*, 45(1), 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.007>

- [22] Khaine, I., Woo, S., Kang, H., Kwak, M., Je, S., You, H., Lee, T., Jang, J., Lee, H., Lee, E., Yang, L., Kim, H., Lee, J., & Kim, J. (2017). Species diversity, stand structure, and species distribution across a precipitation gradient in tropical forests in Myanmar. *Forests*, 8(8), 1–15. <https://doi.org/10.3390/f8080282>
- [23] Khaniya, L., & Shrestha, B. (2020). Forest regrowth reduces richness and abundance of invasive alien plant species in community managed *Shorea robusta* forests of central Nepal. *Journal of Ecology and Environment*, 44(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s41610-020-00158-7>
- [24] La-Torre, M., Cano, A., & Tovar, O. (2004). Las Poáceas del Parque Nacional Yanachaga-Chemillén (Oxapampa, Perú). Parte II: Pooideae, Centothecoideae, Arundinoideae, Chloridoideae y Panicoideae. *Revista Peruana de Biología*, 11(1), 51–70. <https://doi.org/10.15381/rpb.v11i1.2433>
- [25] Li, S., Liu, W., Lang, X., Huang, X., & Su, J. (2021). Species richness, not abundance, drives ecosystem multifunctionality in a subtropical coniferous forest. *Ecological Indicators*, 120(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106911>
- [26] López-Hernández, J., Aguirre-Calderón, O., Alanís-Rodríguez, E., Monarrez-Gonzalez, J., González-Tagle, M., & Jiménez-Pérez, J. (2017). Composición and diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y Bosques*, 23(1), 39–51. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311518>
- [27] Madrigal-González, J., Calatayud, J., Ballesteros-Cánovas, J., Escudero, A., Cayuela, L., Rueda, M., Ruiz-Benito, P., Herrero, A., Aponte, C., Sagardia, R., Plumtre, A., Dupire, S., Espinosa, C., Tutubalina, O., Myint, M., Pataro, L., López-Sáez, J., Macía, M., Abegg, M., ... Stoffel, M. (2020). Climate reverses directionality in the richness–abundance relationship across the World’s main forest biomes. *Nature Communications*, 11(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19460-y>
- [28] Magurran, A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. In Blackwell Science Ltd (Ed.), Blackwell Publishing (First edit). Blackwell Publishing. <http://www.bionica.info/Biblioteca/Magurran2004MeasuringBiological.pdf>
- [29] MINAM. (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación. In M. del Ambiente. (Ed.), Ministerio del Ambiente (Primera ed). Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GUÍA-A-DE-FLORA-Y-VEGETACIÓN.compressed.pdf>
- [30] Mostacero, J., Castillo, F., Mejía, F., Gamarra, O., Charcape, J., & Ramírez, R. (2011). *Plantas Medicinales del Perú: Taxonomía, Ecogeografía, Fenología y Etnobotánica* (Primera ed). Asamblea Nacional de Rectores Fondo Editorial. Trujillo, Perú.
- [31] Mostacero, J., Mejía, F., & Gamarra, O. (2009). *Fanerógamas del Perú. Taxonomía, utilidad y ecogeografía* (Primera ed). Concytec. Trujillo, Perú.
- [32] Oettel, J., & Lapin, K. (2021). Linking forest management and biodiversity indicators to strengthen sustainable forest management in Europe. *Ecological Indicators*, 122(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107275>
- [33] Parra, F., Torres, J., & Ceroni, A. (2004). COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y VEGETACIÓN DE UNA MICROCUENCA ANDINA: EL PACHACHACA (HUANCAVELICA). *Ecología Aplicada*, 3(1), 9–16. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v3n1-2/a02v3n1-2.pdf>
- [34] Pauta, L. (2016). Cálculo del índice de biodiversidad florística en el bosque protector Aguarongo [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11887/1/UPS-CT005645.pdf>
- [35] Peralta-Peláez, L., & Moreno-Casasola, P. (2009). COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN DE HUMEDALES EN LOS LAGOS INTERDUNARIOS DE VERACRUZ. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 85, 89–101. <https://www.redalyc.org/pdf/577/57712090009.pdf>
- [36] Rangel-Ch, J. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista Académica de Colombia de Ciencias Experimentales, Físicas y Naturales*, 39(151), 176–200. <https://doi.org/10.1093/nar/16.9.3655>
- [37] Reátegui, J. (2015). Estructura horizontal y diversidad florística de un bosque denso de

- terrazas en áreas de perforación del lote 174, Ucayali-Perú [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. In Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (Vol. 1). http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4477/Ida_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-06.pdf
- [38] Shannon, C., & Weaver, W. (1964). *The Mathematical theory of communication* (Champaign (ed.); Décima edi). University of Illinois Press. https://pure.mpg.de/rest/items/item_2383164_3/component/file_2383163/content
- [39] Torano, A., Biber, P., Poschenrieder, W., Schwaiger, F., & Pretzsch, H. (2018). Forestry projections for species diversity-oriented management: an example from Central Europe. *Ecological Processes*, 7(23), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s13717-018-0135-7>
- [40] UN. (2017). Resolution adopted by the General Assembly on 27 April 2017. In United Nations (Ed.), *United Nations strategic plan for forests* (Vol. 35, Issue 2). United Nations strategic plan for forests 2017–2030.
- [41] Vasquez, R., & Rojas, R. (2016). Clave para identificar grupos de familias de Gymnospermae y Angiospermae del Perú. *Jardín Botánico de Missouri*. EEUU.
- [42] Walters, G., Fraser, J., Picard, N., Hymas, O., & Fairhead, J. (2019). Deciphering African tropical forest dynamics in the Anthropocene : how social and historical sciences can elucidate forest research and management. *Anthropocene*, 27(1), 1–12. https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_FF8380BAB22E.P001/REF
- [43] Yaranga, R., Custodio, M., Chanamé, F., & Pantoja, R. (2018). Diversidad florística de pastizales según formación vegetal en la subcuenca del río Shullcas, Junín, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 511–517. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.06>
- [44] Zheng, S., Li, W., Lan, Z., Ren, H., Wang, K., & Bai, Y. (2014). Testing functional trait-based mechanisms underpinning plant responses to grazing and linkages to ecosystem functioning in grasslands. *Biogeosciences Discussions*, 11(9), 13157–13186. <https://doi.org/10.5194/bgd-11-13157-2014>