



Diversidad, composición florística y estructura de un Bosque Estacionalmente Seco del Marañón en el distrito de Utco, Celendín, Cajamarca, Perú

Diversity, floristic composition and structure of a Seasonally Dry Marañón Forest in the district of Utco, Celendin, Cajamarca, Peru

Roncal-Rabanal Manuel R.^{1*}; Lisveth V. Flores del Pino²

¹ Gabinete de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Cajamarca. Shuitute s/n, Chacapampa, Celendín, Cajamarca, Perú.

² Centro de Investigación en Química, Toxicología y Biotecnología Ambiental, Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n, Lima, Perú.

* Autor corresponsal: <manuelroncal@unc.edu.pe>

RESUMEN

Los bosques estacionalmente secos (BES) se encuentran permanentemente amenazados por diversas actividades antrópicas y naturales que vienen mermando los servicios ambientales que ofrecen; en tal sentido y con la finalidad de contribuir al conocimiento ecológico de este tipo de ecosistema se realizó la caracterización vegetal de un BES del Marañón en el distrito de Utco, Celendín, Cajamarca, al norte de Perú. Se estratificaron tres zonas de estudio cada 300 m: desde los 850 a 1700 m snm; el muestreo se realizó en temporada húmeda utilizando 30 transectos Gentry modificados de 50 x 2 m (0.1ha), considerando una distancia mínima entre parcelas de 50 m; se registró información de composición vegetal; cuando los individuos presentaron un diámetro mayor a 1 cm se tomó el DAP y cuando fue menor a 1 cm se registro su presencia; la colecta botánica siguió la técnica convencional identificando las muestras en el herbario CPUN; se evaluaron los principales índices de diversidad y se realizó un Escalamiento Dimensional No Métrico (NMDS) con RStudio. Se registraron 52 especies y siete taxones a nivel de género distribuidos en 56 géneros y 25 familias de la subdivisión Angiospermae; 31 de hábito arbustivo, 10 herbáceas, nueve arbóreas, seis suculentas y tres trepadoras. Las familias más diversas

► Ref. bibliográfica: Roncal-Rabanal, M. R.; Flores del Pino, L. V. 2023. Diversidad, composición florística y estructura de un Bosque Estacionalmente Seco del Marañón en el distrito de Utco, Celendín, Cajamarca, Perú. *Lilloa* 60 (1): 17-40. doi: <https://doi.org/10.30550/j.lil/2023.60.1/2023.03.04>

► Recibido: 3 de septiembre 2022 – Aceptado: 4 de marzo 2023 – Publicado en línea: 12 de abril 2023.



► URL de la revista: <http://lilloa.lillo.org.ar>

► Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

fueron Fabaceae (11sp), Asteraceae (7sp) y Cactaceae (6sp). Se reportan 14 especies endémicas de Perú y nueve del BES Marañón. La diversidad de Margalef (D_{Mg}) y dominancia de Simpson (D) fueron altas para la Zona III; los índices de Sorensen (IS) y Jaccard (J) mostraron mayor similitud entre las Zonas I y II. La mayor abundancia y frecuencia relativa (AR - FR) la tuvo *Cienfuegosia tripartita* (42,30%, 9,2%); la mayor área basal (AB) dominancia relativa (DR) e IVI, *Eriotheca discolor* (AB=629,8 m²/0,1ha, DR=84,7%, IVI=97,34). El patrón de distribución diamétrica altitudinal es predominantemente arbustivo.

Keywords — BES; Cactaceae; endémico; *Eriotheca discolor*; IVI.

ABSTRACT

Seasonally dry forests (BES) are permanently threatened by several anthropic and natural activities that have been reducing the environmental services they offer; In this sense and with the purpose of contributing to the ecological knowledge of this type of ecosystem, the vegetal characterization of a BES of the Marañón was carried out in the district of Utco, Celendin, Cajamarca, in the north of Peru. Three study zones were stratified every 300 m: from 850 to 1700 m asl; Sampling was carried out in the wet season using 30 modified Gentry transects of 50 x 2 m (0.1ha), considering a minimum distance between plots of 50 m; plant composition information was recorded; when the individuals presented a diameter greater than 1 cm, the DAP was taken and when it was less than 1 cm, its presence was recorded; the botanical collection followed the conventional technique, identifying the samples in the CPUN herbarium; the main diversity indices were evaluated and a Non-Metric Dimensional Scaling (NMDS) was performed with RStudio. 52 species and 7 taxa at the genus level distributed in 56 genera and 25 families of the Angiospermae subdivision were recorded; 31 bushy, 10 herbaceous, nine arboreal, six succulents and three climbers. The most diverse families were Fabaceae (11sp), Asteraceae (7sp) and Cactaceae (6sp). Fourteen endemic species from Peru and nine from BES Marañón are reported. Margalef diversity (D_{Mg}) and Simpson dominance (D) were high for Zone III; Sorensen (IS) and Jaccard (J) indices showed greater similarity between Zones I and II. The greatest abundance and relative frequency (AR - FR) was found by *Cienfuegosia tripartita* (42.30%, 9.2%); the highest basal area (BA) relative dominance (DR) and IVI, *Eriotheca discolor* (BA=629.8 m²/0.1ha, DR=84.7%, IVI=97.34). The elevational diametric distribution pattern is predominantly shrubby.

Palabras clave — BES; Cactaceae; endemic; *Eriotheca discolor*; IVI.

INTRODUCCIÓN

La definición de Bosque Tropical Estacionalmente Seco (BTES) (Pennington *et al.*, 2000) indica que corresponde a “bosques” que se desarrollan en lugares donde hay varios meses de sequía severa y en algunos casos absoluta, considerando esta

condición como rasgo unificador para este tipo de bosques (Bullock, 1995) que generalmente se encuentran presentes en biomas secos extendidos en varias regiones tropicales alrededor del mundo, cubriendo importantes extensiones de área continental, alcanzando en África por ejemplo hasta el 70% de la masa forestal, en América Central el 50% y en América del Sur el 22% (Murphy y Lugo, 1986).

En Latinoamérica, los BTES Neotropicales están distribuidos de manera fragmentada (DRYFLOR, 2016) o a manera de islas. Linares-Palomino (2006) y Prado (2000), los subdividieron en cuatro grupos fitogeográficos diferentes: Mesoamericano-Caribeño (México, Centro América y norte de Sudamérica), Ecuatoriano-Peruano, Boliviano-Argentino y las extensas formaciones de Caatingas al Nordeste de Brasil. Para Perú son consideradas principalmente tres sub unidades de clasificación: BTES Ecuatorial, Interandino y Oriental, habiendo también muchos parches de extensión variable distribuidos en diversas zonas del país (Linares-Palomino, 2004, 2006) que al igual que las otras subunidades necesitan con urgencia actividades de investigación científica para proponer acciones de conservación, ya que actualmente se estima que la presencia de BTES se ha reducido significativamente, llegando incluso a tener el 10 % de su extensión original en algunos países (DRYFLOR, 2016).

En el sistema de la subunidad del BTES interandino, al norte de Perú, se encuentra el subsistema del río Marañón, ubicado en la parte menos elevada de de estos valles, con un límite superior de 1800 m en el sur y 1500 m en el norte, abarcando parte de los territorios departamentales de Ancash, La Libertad, Cajamarca (Linares-Palomino, 2004) y Amazonas, donde estudios recientes destacan su elevado nivel de endemismo en aves, reptiles y, sobre todo en plantas vasculares leñosas con 33%, convirtiéndolo en un buen representante de los BTES para establecer áreas para conservación (Marcelo-Peña *et al.*, 2016).

Actualmente, el mapa de ecosistemas del Perú ubica a los BTES del Marañón dentro del ecosistema “Bosque Estacionalmente Seco Interandino” donde también agrupa a los bosques secos del Mantaro, Pampas y Apurímac, indicando que es un ecosistema tropical dominado por comunidades arbóreas deciduas con individuos de 7 u 8 metros de altura y con comunidades de cactáceas de porte arbóreo, ubicadas en laderas desde los 500 a 2500 m snm, distribuidas en estos valles interandinos (MINAM, 2012b). Lamentablemente, estos bosques se encuentran amenazados por una serie de actividades antrópicas que están generando constantes cambios y modificando los servicios ambientales que proveen; a razón de esto urge la necesidad de realizar estudios que ayuden a mejorar su comprensión, por lo que es necesario generar datos ecológicos y taxonómicos (Marcelo-Peña *et al.*, 2010) de sus elementos para gestionar modelos que planteen futuros escenarios de conservación (Halffter, 2002).

Con el objetivo de evaluar la diversidad, composición florística y estructura de un Bosque Estacionalmente Seco del Marañón en el distrito de Utco, Celendín, Cajamarca, se llevó a cabo un análisis cuantitativo de diversidad, composición florística y estructura; se plantea iniciar un consolidado de información que ayude a definir el concepto de bosque estacionalmente seco y mejorar así los futuros planes de gestión para su conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación.— La zona evaluada se encuentra ubicada al margen izquierdo del río Marañón, en la parte baja de la Comunidad Campesina “El Limón”, perteneciente a sub cuenca de la quebrada Shucamayo en el distrito de Utco, provincia de Celendín, departamento Cajamarca al norte de Perú, en áreas ubicadas dentro de las coordenadas 6°50' S, 78°01' O a 850 m snm, hasta los 6°51' S, 78°03' O a 1700 m snm; abarcando un área aproximada de 459 ha (Fig. 1).

Se consideró el Bosque estacionalmente seco interandino (Bes-in) (MINAM, 2018) del lado izquierdo del perfil transversal de la ruta Abra Jelig en Celendín, Cajamarca – Abra Barro Negro en Balzas, Amazonas (Chávez, 2020) (Fig. 2), desde las cotas de 850 a 1850 m snm; se eligió esta zona debido a las características de las formaciones vegetales representativas de este ecosistema, y al acceso a las zonas estudiadas en esta parte de la cuenca media del río Marañón que tiene como única vía de acceso la carretera Celendín–Leymebamba (Fig. 3).

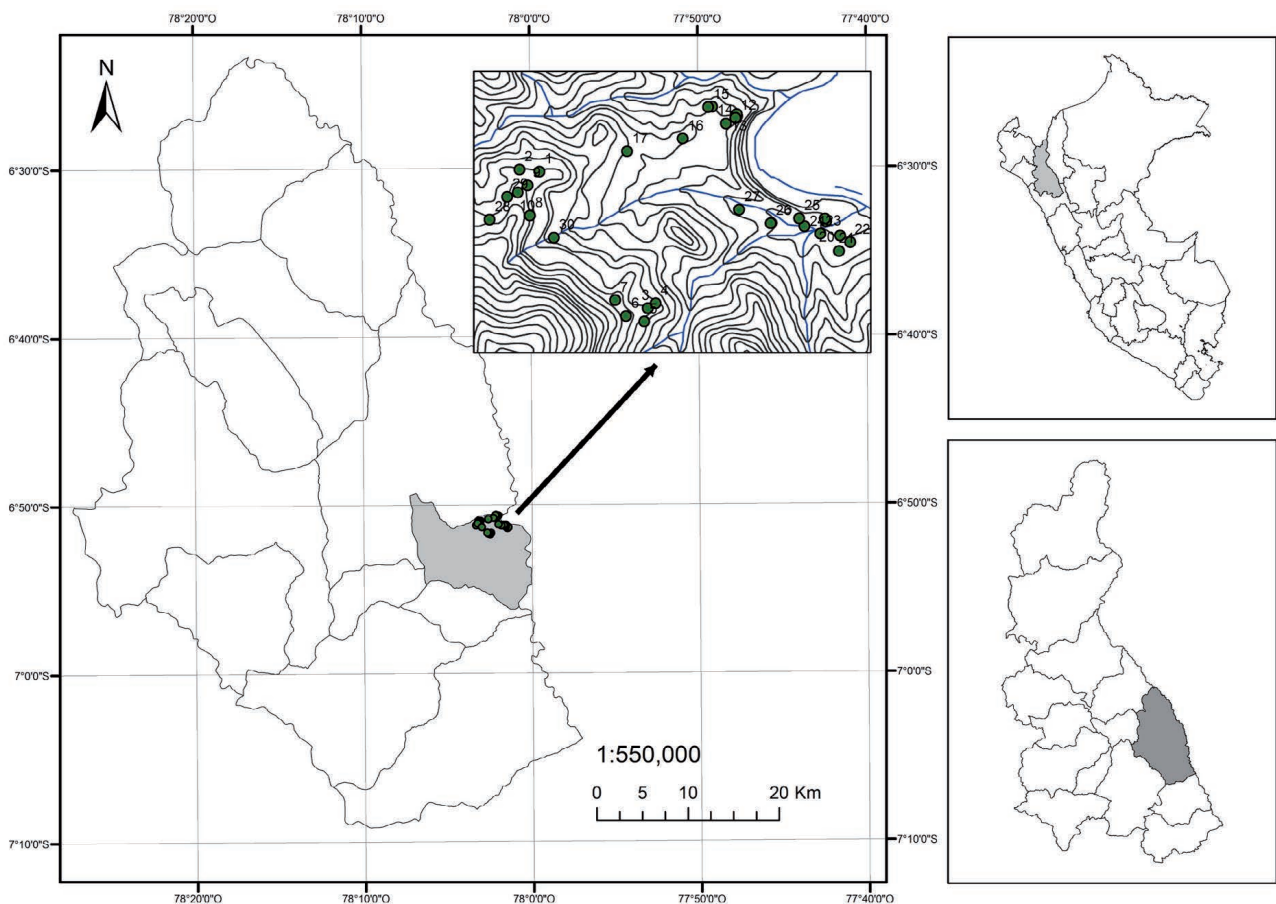


Fig. 1. Área de estudio, distrito de Utco, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, Perú.
Fig. 1. Study area, Utco district, Celendin province, Cajamarca department, Peru.

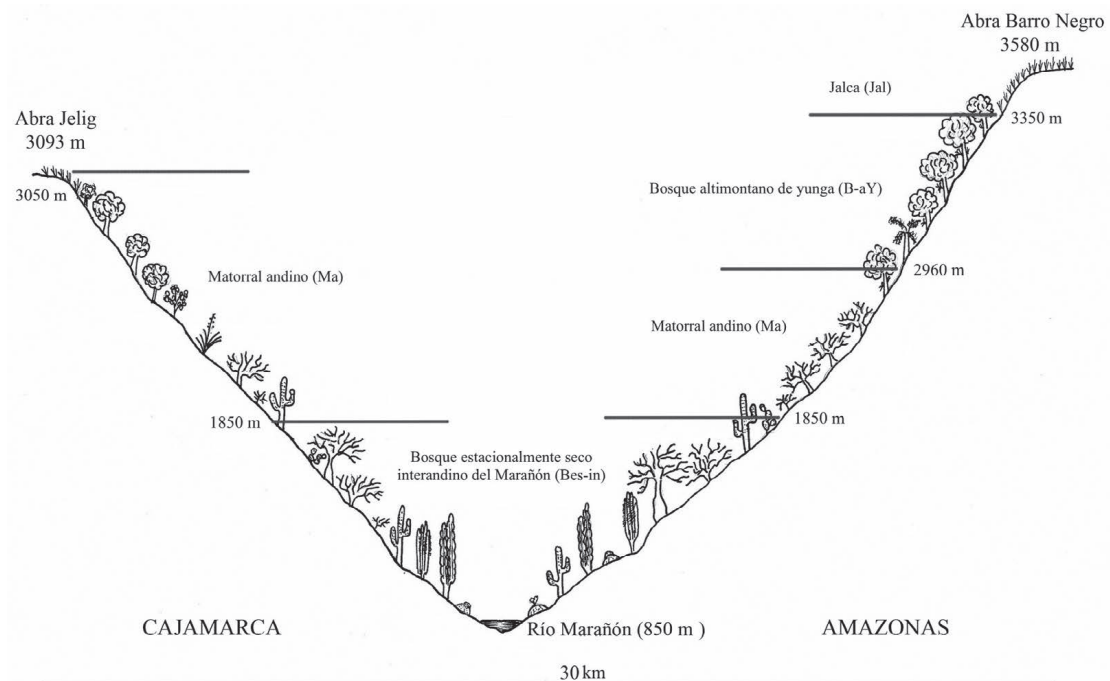


Fig. 2. Perfil longitudinal del Valle del Marañón en la ruta Abra Jelig (Cajamarca) – Abra Barro Negro (Amazonas), indicando cotas y ecosistemas según la vegetación dominante. Fuente: Adaptado de Chávez (2020) y MINAM (2018).

Fig. 2. Longitudinal profile of the Marañón Valley on the Abra Jelig (Cajamarca) – Abra Barro Negro (Amazonas) route, indicating levels and ecosystems according to the dominant vegetation. Source: Adapted from Chávez (2020) and MINAM (2018).



Fig. 3. Vista panaorámica del área de estudio con la única vía de acceso.

Fig. 3. Panoramic view of the study area with the only access road.

Estratificación del área evaluada.— Para graficar la zona de estudio se utilizó la base cartográfica del Instituto Geofísico Nacional (IGN) y el software ArcMAP 10.4.1; se estratificó el área evaluada en tres zonas tomando en consideración la altitud y estructura de la vegetación, se tuvo en consideración la presencia de *Eriotheca discolor* (Ed) como especie indicadora ya que en esta zona su presencia define el límite superior del ecosistema BTES, los rangos altitudinales fueron: 850 a 1100 m snm (Zona I), 1100 a 1400 m snm (Zona II) y 1400 a 1700 m snm (Zona III); el monitoreo fue realizado en temporada lluviosa (feb–may) debido a que en temporada seca las especies no presentan material botánico que permita identificarlas por ser en su mayoría caducifolias.

Metodología.— En cada zona de estudio se aplicó la metodología modificada de Gentry (1982), evaluándose 10 parcelas al azar de 50 x 2 m (0.1 ha), tomando en consideración una distancia mínima entre parcelas de 50 m; se registraron todos los individuos presentes en ellas; para los que tuvieron diámetro igual o mayor a 1cm, se registró altura y diámetro a la altura del pecho (DAP); para individuos con diámetro menor a 1cm, se registró solo presencia; también se hizo el registro de especies epífitas y se georreferenciaron las parcelas (Villareal *et al.*, 2006). El material botánico fue colectado de acuerdo a la técnica convencional (SENASICA, 2019), las muestras de flora que no fueron identificadas en campo se llevaron al herbario CPUN para su identificación, el registro de nombres científicos siguieron las pautas del Catálogo de Gimnospermas y Angiospermas de la Flora Peruana (Brako y Zarucchi, 1993) y se actualizaron los nombres haciendo uso del recurso en línea de The Plant List (2013). Version 1.1. (2013).

Índices de diversidad biológica y análisis NMDS.— Se aplicaron los índices de diversidad biológica según Matteucci y Colma (1982), Moreno y Halffter (2001) y Bautista *et al.* (2004):

$$\textit{Abundancia relativa (AR): } AR = \frac{N}{T} \times 100$$

donde: N = Número de individuos de cada especie.

T = Total de individuos.

$$\textit{Frecuencia absoluta (F): } F = \frac{Po}{Npo} \times 100$$

donde: Po = N° de puntos de ocurrencia de la especie.

Npo = N° total de puntos.

$$\textit{Frecuencia relativa (Fr): } Fr = \frac{F}{\sum F} \times 100$$

donde: F = Frecuencia absoluta.

$\sum F$ = Sumatoria de las frecuencias de todas las especies.

Área basal para cada individuo (A_{bi}): $A_{bi} = p (D^2/4)$

donde: $p = 3.141592$

$D = \text{dap}$ (diámetro a la altura del pecho).

Área basal para cada especie (AB): $AB = \sum(A_{bi_1} + A_{bi_2} + \dots + A_{bi_n})$

donde: $A_{bi} = \text{Área basal para cada individuo de la especie}$

$n = \text{enésimo individuo de la especie}$

Dominancia relativa (DR): $DR = \frac{AB}{A_t} \times 100$

donde: $AB = \text{Área basal de cada especie.}$

$A_t = \text{Área basal del total de especies.}$

Índice de valor de importancia (IVI): $IP = AR + FR + DR$

donde: $AR = \text{Abundancia relativa.}$

$FR = \text{Frecuencia relativa.}$

$DR = \text{Dominancia relativa.}$

Riqueza específica:

Diversidad Margalef (D_{Mg}): $D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$

donde: $D_{Mg} = \text{Índice de diversidad de Margalef.}$

$S = \text{número de especies.}$

$N = \text{número total de individuos.}$

Dominancia:

Índice de Simpson (Sim): $1 - \sum (p_i^2)$

donde: $Sim = \text{Índice Simpson.}$

$p_i = \text{proporción del número de individuos de la } i\text{ésima especie}$
entre el total de individuos registrados de todas las especies.

Diversidad beta, índices de similitud:

Índice de Czekanowski - Sorensen Cualitativo (IS): $IS = \frac{2C}{A+B} \times 100$

donde: $IS = \text{Índice de Sorensen.}$

$A = \text{número de especies encontradas en la comunidad A.}$

$B = \text{número de especies encontradas en la comunidad B.}$

$C = \text{número de especies comunes en ambas comunidades.}$

$$\text{Índice Jaccard (J): } J = \frac{C}{S1+S2-C} \times 100$$

donde: J = Índice Jaccard.

C = número de especies que están presentes en dos muestras.

S1 = número de especies encontradas en el sitio A.

S2 = número de especies encontradas en el sitio B.

Para el análisis de diversidad alfa se emplearon los índices de Shannon-Wiener, Margalef, y para beta se empleó Sorensen y Jaccard, calculados manualmente en el software Microsoft Excel y verificados haciendo uso de los software Species Diversity and Richness V.4.0 (PISCES Conservation, 2014) y EstimateS 9.1 (Colwell, 2013).

Para identificar el ordenamiento de las parcelas respecto a la estructura de la vegetación, se realizó un Escalamiento Dimensional No Métrico (NMDS, *Non-Metric Dimensional Scaling*) en la plataforma de código libre RStudio (RStudio Team, 2018). Preliminarmente, se realizó un análisis comparativo de los niveles de Stress alcanzados empleando n-dimensiones, entre n = 1 y n = 10, empleando la herramienta *dimcheckMDS* del paquete *goeveg* 0.4.2 (Goral y Schellenberg, 2018). Esta función permite identificar el valor de Stress para “n” dimensiones a la vez, considerando los valores > 0,2 como un ordenamiento no fiable, 0,2–0,1 como un ordenamiento aceptable, < 0,1 un muy buen ordenamiento, y < 0,05 un ordenamiento altamente fiable. Se calculó que con cuatro dimensiones se obtenía el mejor resultado (Irizarry y Love, 2015). Luego se procedió a la creación del gráfico NMDS, utilizando la herramienta *metaMDS* disponible empleando el paquete *vegan* 2.5-3 (Oksanen *et al.*, 2013). Esta herramienta usa una matriz de datos de abundancia Especies vs Parcelas para crear una matriz de distancias, siendo el método Bray-Curtis el mejor para comparación entre comunidades ecológicas (Irizarry y Love, 2015), especificando el análisis con los parámetros cuatro dimensiones (k = 4) y autotransformación verdadero. Finalmente, se realizó un análisis Stressplot, (ajuste de bondad no métrico) para observar la relación entre la disimilaridad observada y la distancia del ordenamiento calculado.

Para el análisis de las frecuencias de los diámetros a la altura del pecho (DAPs) evaluados en cada parcela, se empleó el programa SPSS v.21.0 con el cual se elaboraron los respectivos histogramas de frecuencia (IBM Corp., 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de especies y Diversidad Alfa

Se reportaron 52 especies y 7 taxones a nivel de género, distribuidas en 56 géneros y 25 familias botánicas pertenecientes a Angiospermae. La familia más diversa fue Fabaceae con 11 especies, seguida de Asteraceae con 7 especies y Cactaceae con 6 especies; el estudio muestra concordancia con lo registrado por Marcelo-Peña *et al.* (2016) quienes mencionan a Fabaceae (78 especies), Euphorbiaceae (39 especies), Asteraceae (35 especies) y Cactaceae (34 especies) como las familias más diversas para todo el BTES del Maraón, tanto norte y sur. Se reportan 14 especies endémicas de

Perú, 9 especies endémicas de los BTES Marañón. Se identificó que en el BTES del Marañón existe una clara dominancia de especies de hábito de crecimiento arbustivo, se registraron 31, seguido por 10 herbáceas, 9 arbóreas, 6 suculentas y 3 trepadoras. Respecto a la distribución altitudinal de la flora, la zona más diversa fue la zona III (48 especies), seguida de la zona II (36 especies) y la zona I (22 especies) (Tabla 1); obteniendo valores de Diversidad de Margalef (D_{Mg}) de: 6,8, 4,84 y 3,09, respectivamente; según la teoría ecológica, la zona III es la única que debe ser considerada de alta diversidad debido al valor D_{Mg} obtenido, mientras que la zona II y I presentan valores de diversidad media (Sutherland, 2006); la dominancia de Simpson (D) muestra alta dominancia en todas las zonas, incrementándose a mayor altitud, Zona III ($D = 0,9$), Zona II ($D = 0,87$), Zona I ($D = 0,77$) (Fig. 4).

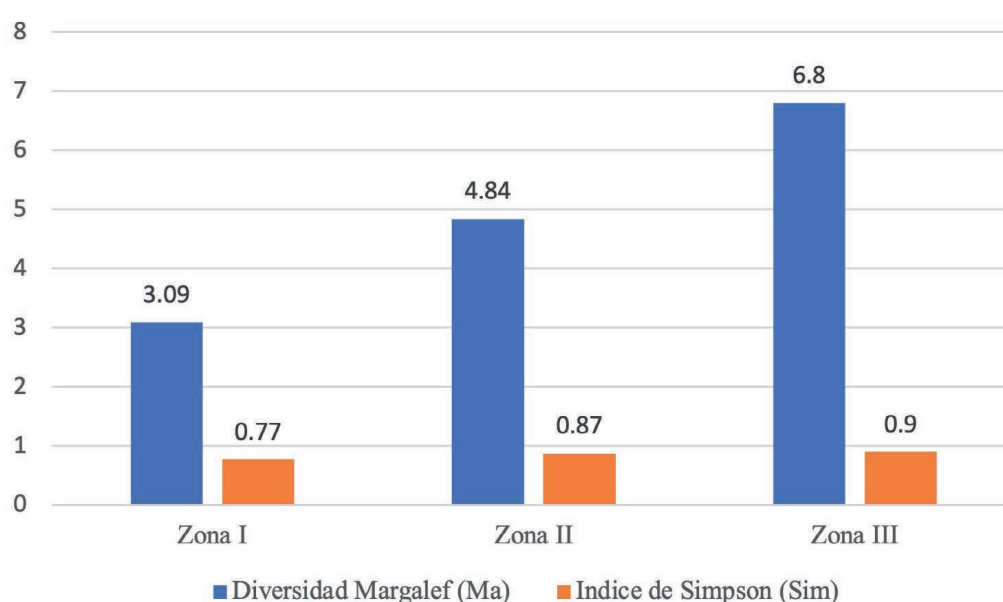


Fig. 4. Índices de diversidad alfa: de Margalef (DMg) y Simpson (Sim) para las tres zonas de estudio.
Fig. 4. Alpha diversity indices: Margalef (DMg) and Simpson (Sim) for the three study areas.

Recambio y Diversidad Beta

Los índices de diversidad beta, o índices de similitud entre hábitats (Sutherland, 2006), muestran que las Zonas I y II, presentan la máxima similitud ($IS = 65,517$ por ciento, $\mathcal{J} = 48,7$ por ciento), seguidos del par Zona II y III ($IS = 61,904$ por ciento y $\mathcal{J} = 44,8$ por ciento), mientras que la menor similitud se dio entre los estratos más alejados altitudinalmente Zona I y Zona III ($IS = 51,904$ por ciento, $\mathcal{J} = 34,6$ por ciento) (Fig. 5). Esto se vio reflejado en la gráfica del análisis de ordenamiento NMDS (Fig. 6), que alcanzó una muy buena fiabilidad con $Stress = 0,1062962$ con una dimensionalidad $k = 4$ (Fig. 7), en el que las parcelas de la Zona I y Zona II se encuentran bastante cercanas en relación con las parcelas de la Zona III. Se destaca claramente una relación entre la comunidad vegetal de la Zona I y Zona II, quedando visible en el gráfico de clúster, que grafica los valores de distancia métrica entre las parcelas independientes (Irizarry y Love, 2015), donde se diferencian dos grandes

Table 1 (1/2). Caracterización taxonómica, biogeográfica, hábitos de crecimiento y conservación de las especies registradas por zonas.

Table 1 (1/2). Taxonomic, biogeographical characterization, growth habits and conservation of the species recorded by zones.

Nº	Familia	Especies	Hab. crec.	Dist.	E.P.	E.M.	Cities	I. & L.	D.S.	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Total
1	Acanthaceae	<i>Ruellia floribunda</i> Hook.	arborescente	EC, PE						0	2	0	2
2	Amaranthaceae	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	arborescente	EC, PE, BOL						65	169	6	240
3	Amaryllidaceae	<i>Rauhia staminosa</i> Ravenna	herbácea	PE	x	x		DD	CR	0	15	1	16
4	Apocynaceae	<i>Allamanda weberbaueri</i> Markgr.	arborescente	PE	x	x		VU		0	0	2	2
5	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia chachapoyensis</i> Ahumada	trepadora	PE	x			VU	NT	8	1	2	11
6	Bignoniaceae	<i>Tecoma rosifolia</i> Kunth	trepadora							1	0	7	7
7	Boraginaceae	<i>Cordia saccellia</i> Gottschling & J.S.Mill.	herbácea	PE, BOL						0	11	11	22
8	Bromeliaceae	<i>Pitcairnia</i> sp.	arborescente	PE	x					0	8	60	68
9	Bromeliaceae	<i>Tillandsia straminea</i> Kunth	arborescente	PE	x					0	0	1	1
10	Cactaceae	<i>Armatocereus rauhii</i> subsp. <i>balsasensis</i> (F. Ritter) Ostolaza	arborescente							54	6	1	20
11	Cactaceae	<i>Browningia pilleifera</i> (F. Ritter) Hutchison	arborescente					EN		0	48	4	103
12	Cactaceae	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i> Rauh & Backeb.	arborescente							0	13	0	13
13	Cactaceae	<i>Euphorbia mirabilis</i> F. Ritter	arborescente	PE	x	x				0	3	1	26
14	Cactaceae	<i>Melocactus bellavistensis</i> Rauh & Backeb.	arborea							0	2	0	6
15	Cactaceae	<i>Opuntia quitensis</i> F.A.C. Weber	herbácea							0	41	28	207
16	Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	herbácea	EC, PE						0	4	1	8
17	Clusiaceae	<i>Clusia af. rigida</i> M.H.G. Gust	suculenta	PE	x	x		VU		13	0	1	1
18	Commelinaceae	<i>Commelina tuberosa</i> L.	suculenta	PE	x	x		VU		51	0	1	1
19	Compositae	<i>Chromolaena</i> sp.	suculenta	PE	x	x		DD		0	0	0	1
20	Compositae	<i>Onoseris gnaphaloides</i> Muschl.	suculenta	PE	x	x		NE		22	0	1	1
21	Compositae	<i>Pappobolus acutifolia</i> (S.F.Blake) Panero	suculenta	EC, PE						4	0	23	23
22	Compositae	<i>Pappobolus matthewsii</i> (Hochr.) Panero	suculenta	EC, PE						138	1	81	82
23	Compositae	<i>Trixis cacalioides</i> (Kunth) D. Don	arborea	EC, PE					CR	3	13	20	87
24	Compositae	<i>Verbesina andina</i> Sagást.	arborea	PE	x	x				0	14	0	14
25	Compositae	<i>Viguiera procumbens</i> (Pers.) S.F. Blake	herbácea							0	0	1	1
26	Convolvulaceae	<i>Evolvulus</i> sp.	herbácea							0	0	2	2
27	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	trepadora							0	0	1	1
28	Convolvulaceae	<i>Jacquemontia floribunda</i> (Kunth) Hallier f.	arborescente							0	4	0	4
29	Euphorbiaceae	<i>Ditaxis dioica</i> Kunth	arborea	EC, PE						0	15	2	17
30	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus</i> sp.	arborescente							5	1	0	6
31	Euphorbiaceae	<i>Croton alnifolius</i> Lam.	arborescente	EC, PE						5	286	67	358
32	Euphorbiaceae	<i>Jatropha humboldtiana</i> McVaugh	arborescente						VU	18	49	2	69
33	Krameriaceae	<i>Krameria lappacea</i> (Dombey) Burdet & B.B. Simpson	arborea						NT	5	42	11	64

Table 1 (2/2). Caracterización taxonómica, biogeográfica, hábitos de crecimiento y conservación de las especies registradas por zonas.

Table 1 (2/2). Taxonomic, biogeographical characterization, growth habits and conservation of the species recorded by zones.

Nº	Familia	Especies	Hab. crec.	Dist.	E.P.	E.M.	Cities	I. & L.	D.S.	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Total
34	Lauraceae	<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	arbustiva							0	1	0	1
35	Leguminosae	<i>Acacia macracantha</i> Willd.	arbustiva							0	4	6	15
36	Leguminosae	<i>Caesalpinia</i> sp.	herbácea							0	17	0	17
37	Leguminosae	<i>Courseitia grandiflora</i> Oerst.	arbustiva							0	45	61	106
38	Leguminosae	<i>Dalea carthagensis</i> (Jacq.) J.F.Macbr.	arbustiva							10	0	222	222
39	Leguminosae	<i>Hoffmannseggia viscosa</i> Hook. & Arn.	arbustiva							0	2	6	8
40	Leguminosae	<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	arbustiva							0	12	17	39
41	Leguminosae	<i>Mimosa polycarpa</i> Kunth	arborea							24	0	3	3
42	Leguminosae	<i>Mimosa</i> sp.	arbustiva							0	2	0	2
43	Leguminosae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkins	herbácea							11	33	13	70
44	Leguminosae	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacquin) H.S. Irwin & Barneby	arbustiva						EN	11	0	1	1
45	Leguminosae	<i>Stylosanthes nervosa</i> J.F. Macbr.	arborea							0	0	1	1
46	Malvaceae	<i>Bastardia bivalvis</i> (Cav.) Kunth	arbustiva							0	0	8	8
47	Malvaceae	<i>Cienfuegosia tripartita</i> (Kunth) Gürke	arbustiva	EC, PE						374	262	0	636
48	Malvaceae	<i>Eriotheca discolor</i> (Kunth) A.Robyns	arborea	EC, PE						1	25	54	80
49	Malvaceae	<i>Pseudabutilon nigropunctatum</i> (Ulbr.) R.E.Fr.	arbustiva	PE	x	x		NE		0	2	2	4
50	Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> L.	arbustiva							0	0	1	1
51	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea peruviana</i> Bonpl.	arborea	EC, PE						0	1	3	4
52	Oxalidaceae	<i>Oxalis psoraleoides</i> Kunth	herbácea							0	0	11	11
53	Sapindaceae	<i>Athyana weinmanniifolia</i> (Griseb.) Radlk.	arbustiva							0	5	3	8
54	Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	herbácea							0	0	1	1
55	Solanaceae	<i>Solanum caripense</i> Dunal	arbustiva							0	0	1	1
56	Verbenaceae	<i>Lantana angustibracteata</i> Hayek	arbustiva	PE	x					30	0	41	71
57	Verbenaceae	<i>Lantana reptans</i> Hayek	arbustiva							31	204	69	304
58	Verbenaceae	<i>Lippia tayacajana</i> Moldenke	arbustiva	PE	x					0	0	132	132
59	Viscaceae	<i>Phoradendron nervosum</i> Oliv.	arbustiva							0	0	1	1

Hab. Crec.: hábitos de crecimiento, DIST.: distribución geográfica de especies en menos de tres países de los Andes Tropicales, E.P.: endémica de Perú, E.M.: endémica del Valle del río Marañón, Categoría CITES Apéndice II, I.&L.: categorización de amenaza compartida por León et al. (2006, 2007) y la IUCN (2018), D.S.: categorización de amenaza según D.S 043-2006-AG. CR: en peligro crítico, EN: en peligro, VU: vulnerable, NT: casi amenazado, DD: datos deficientes y NE: taxón reconocido, pero no evaluado.

Hab. Crec.: growth habits, DIST.: geographical distribution of species in less than three countries of the Tropical Andes, E.P.: endemic to Peru, E.M.: endemic to the Marañón River Valley, CITES Category Appendix II, I.&L.: Threat categorization shared by León et al. (2006, 2007) and the IUCN (2018), D.S.: threat categorization according to D.S 043-2006-AG. CR: Critically Endangered, EN: Endangered, VU: Vulnerable, NT: Near Threatened, DD: Data Deficient, and NE: Recognized but not evaluated taxon.

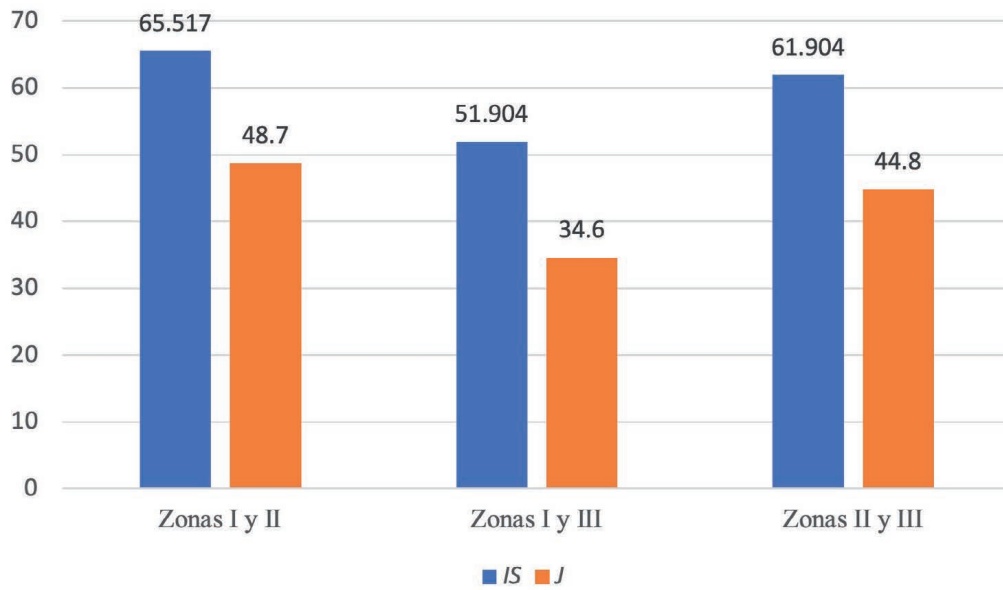


Fig. 5. Índices de diversidad beta: Similitud de Sorensen (IS) y de Jacard (J) expresados en porcentaje, para las tres zonas de estudio.

Fig. 5. Beta diversity indices: Sorensen (IS) and Jacard (J) similarity expressed as a percentage, for the three study areas.

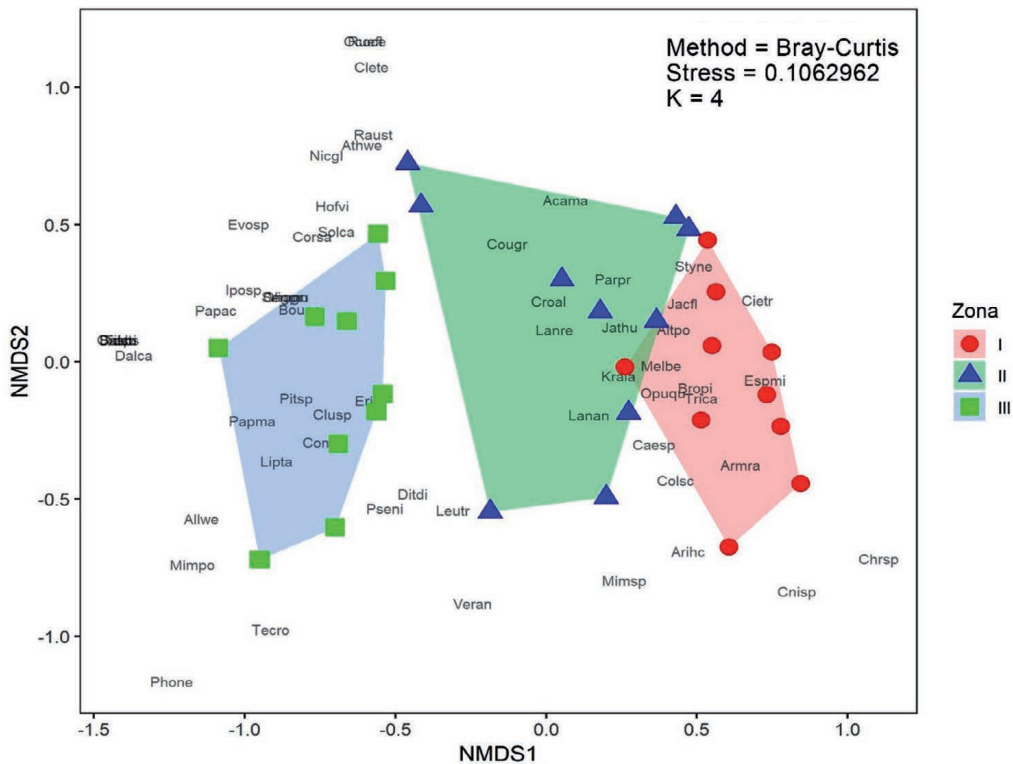


Fig. 6. Gráfico de escalamiento dimensional no métrico (NMDS) empleando el método Bray-Curtis con dimensionalidad $k = 4$. Cada código de cinco letras representa las especies, empleando las tres primeras letras del género seguidas de las dos primeras letras de la especie. e.g. Tecro: *Tecoma roseifolia*.

Fig. 6. Non-metric dimensional scaling (NMDS) plot using the Bray-Curtis method with dimensionality $k = 4$. Each five-letter code represents the species, using the first three letters of the genus followed by the first two letters of the species. e.g. Tecro: *Tecoma roseifolia*.

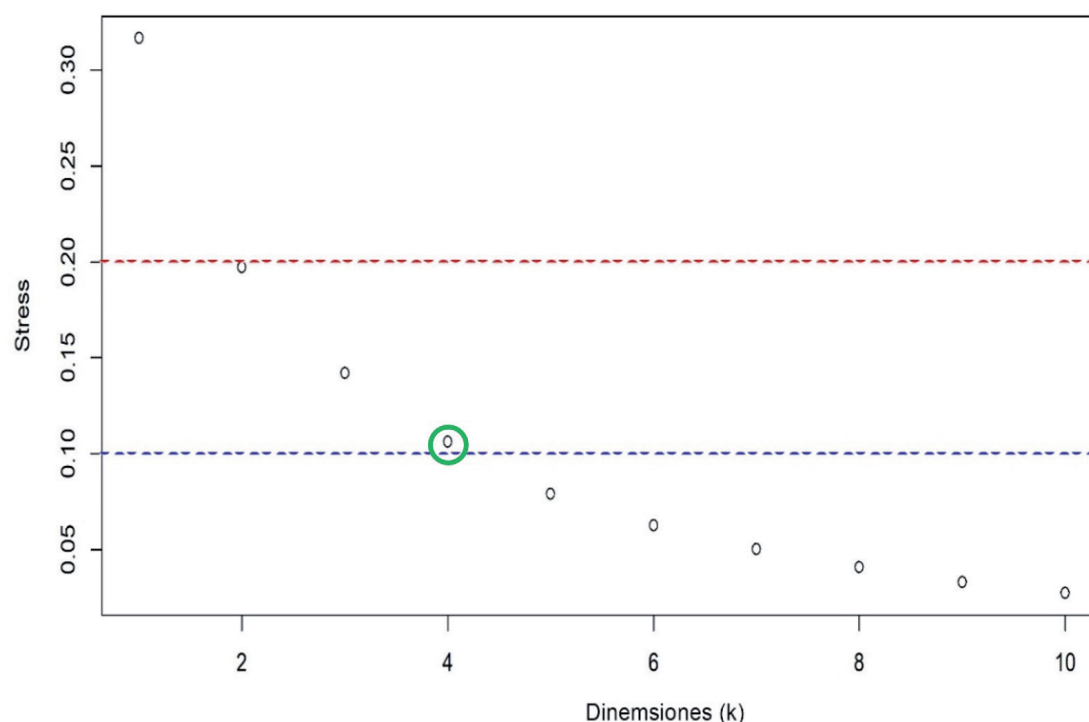


Fig. 7. Gráfico Screen Plot de dimensiones (k max = 10) vs el grado de Stress alcanzado. Línea roja: nivel máximo de Stress permitido, Línea azul: nivel de Stress de muy buena fiabilidad. Círculo verde: dimensionalidad seleccionada para el modelo NMDS.

Fig. 7. Screen Plot graph of dimensions (k max = 10) vs. the degree of Stress reached. Red line: maximum level of Stress allowed, Blue line: Stress level of very good reliability. Green circle: dimensionality selected for the NMDS model.

grupos: Grupo A entre los 850 y 1400 m snm y Grupo B entre los 1400 y 1700 m snm (Fig. 8). Únicamente la parcela III8 del Grupo A, y las parcelas de la zona II: II4, II5 y III1 del Grupo B, mostraron características comunitarias muy similares. Estas diferencias se debieron en la primera, por el grado de perturbación antrópica en el hábitat, que propició la aparición de especies encontradas preferentemente en la Zona II como *P. nigropunctulatum* y *D. dioica*; mientras que en las segundas, por la influencia de la presencia de especies como *L. reptans*, *C. alnifolius*, y principalmente *E. discolor*.

La Zona III presenta un componente arbóreo/arbustivo predominante, con especies como *Eriotheca discolor*, y especies cuya presencia indica influencia de remanentes de bosque nublado de la ladera occidental del río Marañón, *A. weberbaueri*, *C. af. rigida*, *S. multiglandulosa*. De igual manera, esta diferenciación de la Zona III se debe a la desaparición de especies de zonas bajas como algunas especies de Cactaceae (*B. tenuiserpens*, *M. bellavistensis*), *C. tripartita* y *Cnidocolus* sp. Esto refleja que la incidencia de la humedad y los factores ambientales generan el recambio altitudinal de especies en el valle del río Marañón (Lewis *et al.*, 2010; Särkinen, 2011; Figueroa *et al.*, 2016; Marcelo-Peña *et al.*, 2016), existiendo mayores diversidad y densidad de plantas principalmente arbustivas/arbóreas a mayores altitudes.

El análisis NMDS (Fig. 9), cuyo análisis de bondad de ajuste determinó que los datos se ajustan en un 98,9 por ciento al modelo y son altamente fiables, confirmando una separación entre Grupo A y Grupo B (Fig. 8) soportada estadísticamente.

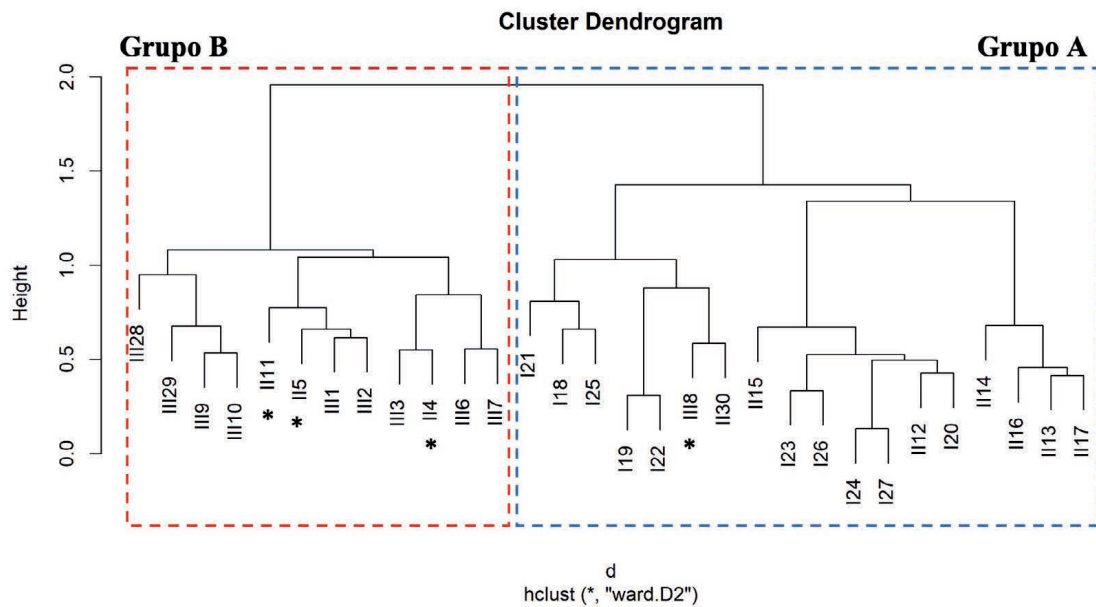


Fig. 8. Clúster de disimilaridad en base a la diversidad vegetal de cada parcela. *: Parcela con composición comunitaria vegetal diferente al grupo al que pertenece. Grupo A y B diferenciados.

Fig. 8. Cluster of dissimilarity based on the plant diversity of each plot. *: Plot with community plant composition different from the group to which it belongs. Group A and B differentiated.

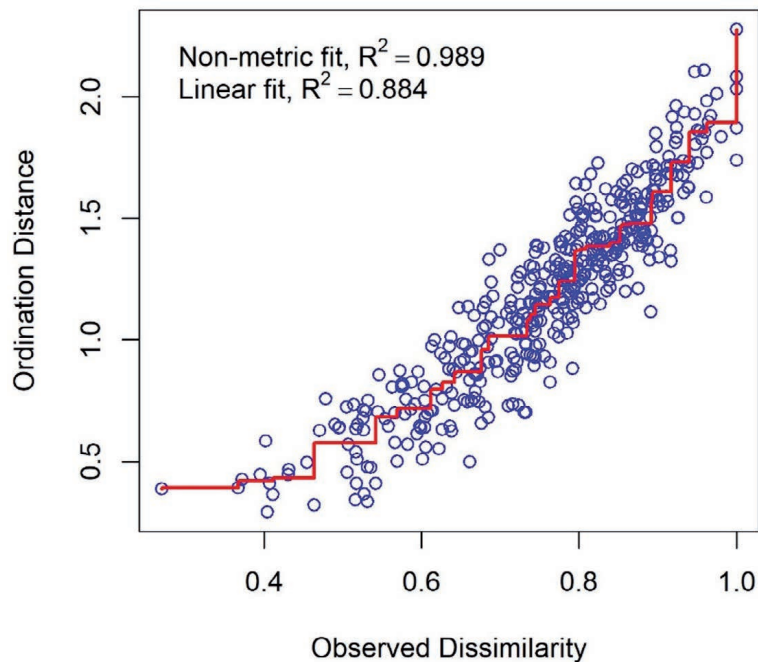


Fig. 9. Gráfico de Disimilaridad Observada vs Distancia del Ordenamiento (Stressplot) del Escalamiento Dimensional No métrico (NMDS).

Fig. 9. Plot of Observed Dissimilarity vs. Sorting Distance (Stressplot) of Non-metric Dimensional Scaling (NMDS).

Patrones de Distribución: Abundancia, Frecuencia y Dominancia

Los patrones de distribución (presencia) de las especies difirieron entre los grupos botánicos. El de mayor interés, debido a sus niveles de endemismo, amenaza y categorización CITES, fue Cactaceae, cuyas especies presentaron un patrón altitudinal que refleja sus requerimientos ecológicos (Ostolaza, 2014), siendo más abundantes en la Zona II (seis especies, 100,00 por ciento) y Zona I (cinco especies, 83,33 por ciento), reduciendo su número hacia la Zona III (cuatro especies, 66,67 por ciento). Según estos datos, la mayor diversidad de Cactaceae se concentra entre los 850 y 1400 m snm; sin embargo, Lewis *et al.* (2010) mencionan que este rango se extiende desde los 450 a 1160 m snm, considerando tanto el Marañón bajo cerca de Jaén y el Marañón alto cerca de Balsas, denominándolo Bosques de Cactus, por la dominancias de géneros tales como *Browningia*, *Espostoa*, *Melocactus* y *Rauhocereus*.

Las especies con mayor frecuencia relativa (FR) fueron *C. tripartita* y *A. porrigens* var. *piurensis* (ambas 9,2 por ciento) para la Zona I, *C. alnifolius* (8,8 por ciento) para la Zona II, y *E. discolor* (7,2 por ciento) para la Zona III. Se graficó el perfil transversal del rango altitudinal evaluado empleando las especies más frecuentes en cada

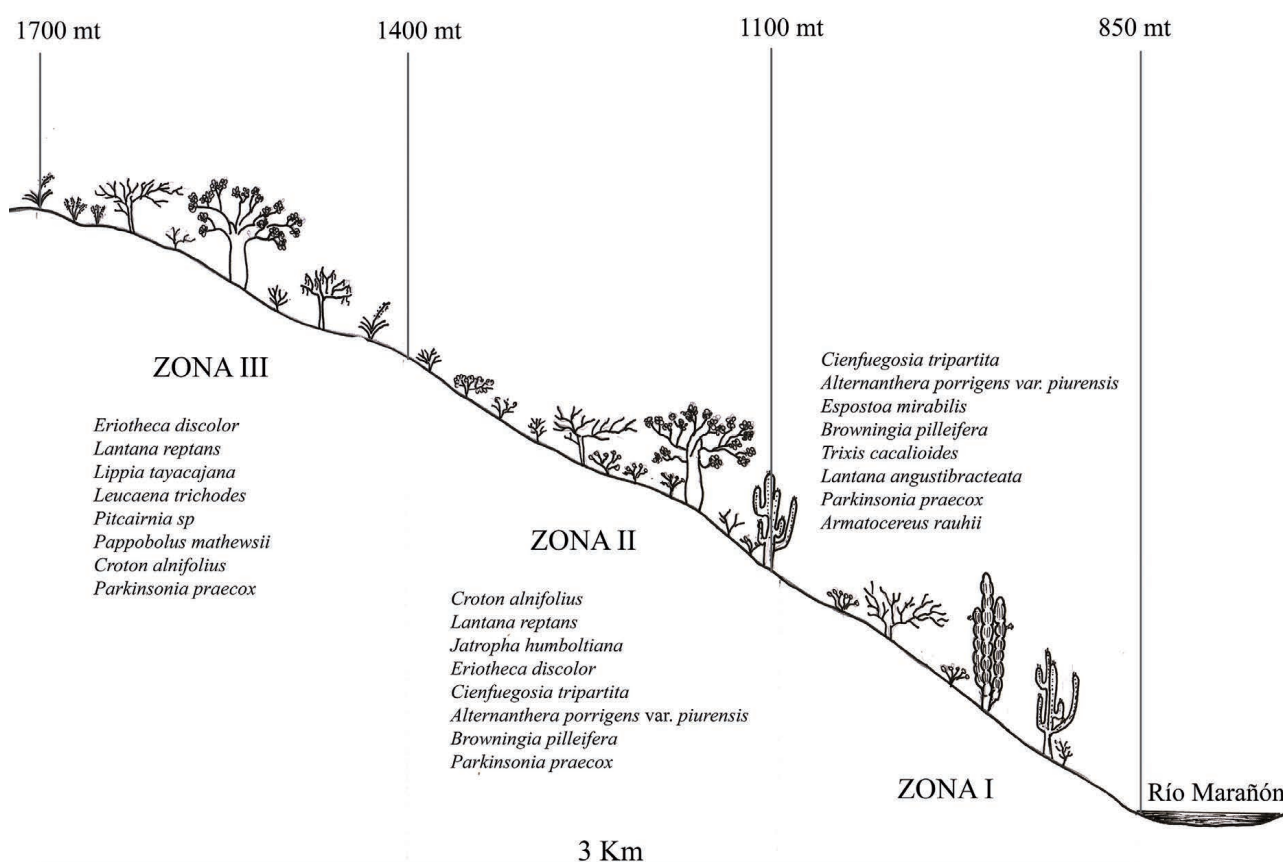


Fig. 10. Perfil transversal del Bosque Estacionalmente Seco en la zona límite entre Cajamarca y Amazonas, indicando las 8 especies con mayor frecuencia relativa en cada zona de estudio.

Fig. 10. Cross-sectional profile of the Seasonally Dry Forest in the border zone between Cajamarca and Amazonas, indicating the 8 species with the highest relative frequency in each study area.

estrato (Fig. 10 y 11), donde se observa la disminución en la frecuencia de aparición de especies de Cactaceae a medida que se incrementa la altitud (Marcelo-Peña *et al.*, 2016), dejando paso a bosques con dominancia de *E. discolor* hacia los 1700 metros. Las especies con mayor abundancia relativa (AR) fueron *C. tripartita* (42,31 por ciento) para la Zona I, *C. alnifolius* (20,98 por ciento), para la Zona II, y *D. carthagenensis* (22,31 por ciento) para la Zona III (Fig. 12).

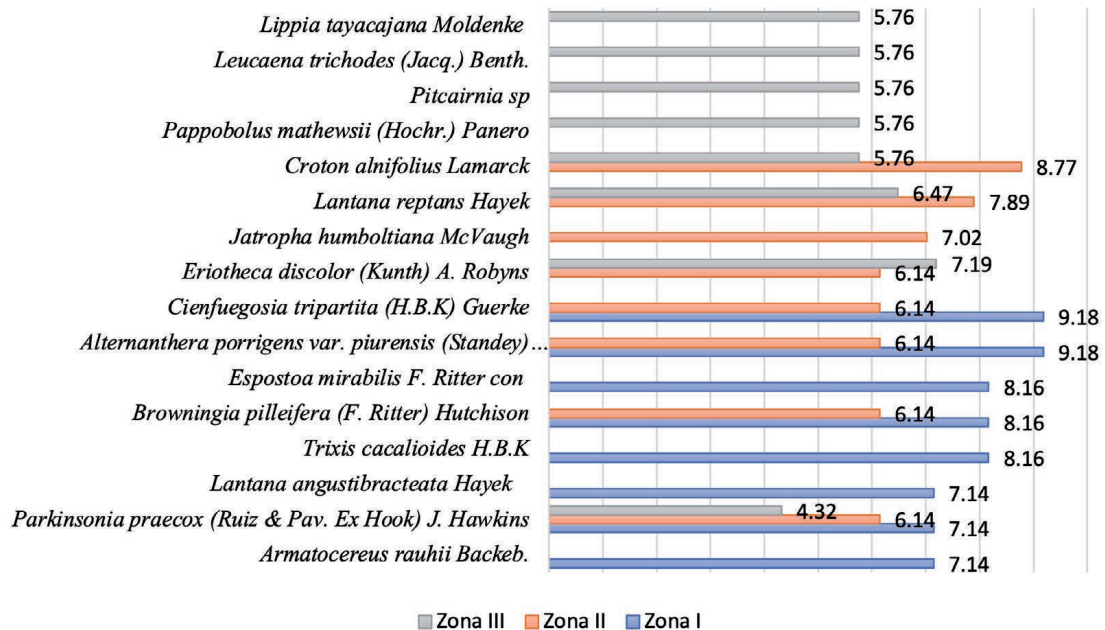


Fig. 11. Especies con mayor Frecuencia Relativa (FR), expresada en porcentaje (%) en las tres zonas de estudio.

Fig. 11. Species with the highest Relative Frequency (RF), expressed as a percentage (%) in the three study areas.

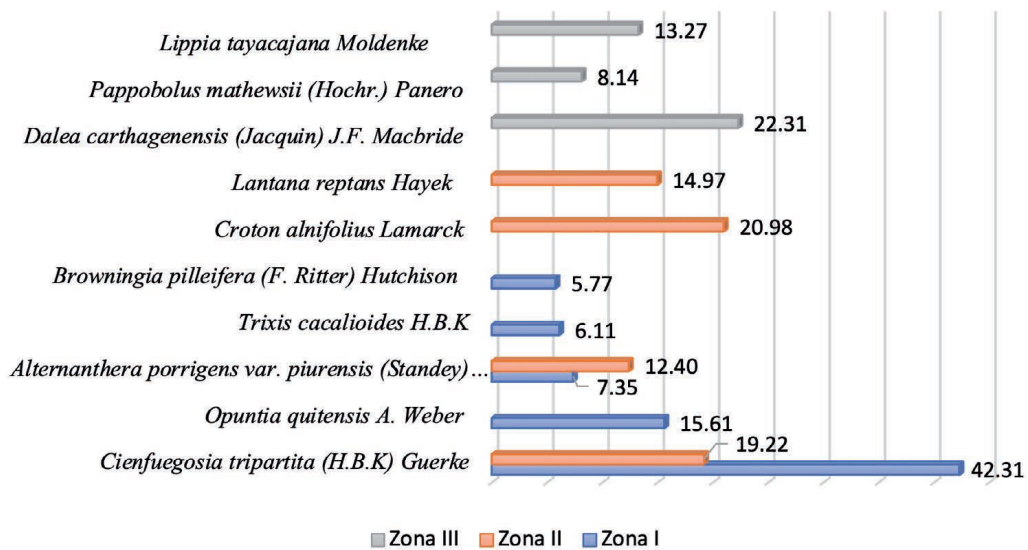


Fig. 12. Especies con mayor abundancia relativa (AR), expresada en porcentaje (%), para las tres zonas de estudio.

Fig. 12. Species with the highest relative abundance (RA), expressed as a percentage (%), for the three study areas.

Las especies con mayor área basal (AB) y dominancia relativa (DR) fueron de hábito arbóreo: *B. pilleifera* (186,36 m²/0.1ha; DR = 42,76 por ciento) en la Zona I; *E. discolor* (629,9 m²/0.1ha, DR = 64,91 por ciento) en la Zona II; y *E. discolor* (513,74 m²/0.1ha, DR = 84,83 por ciento) en la Zona III (Fig. 13 y 14).

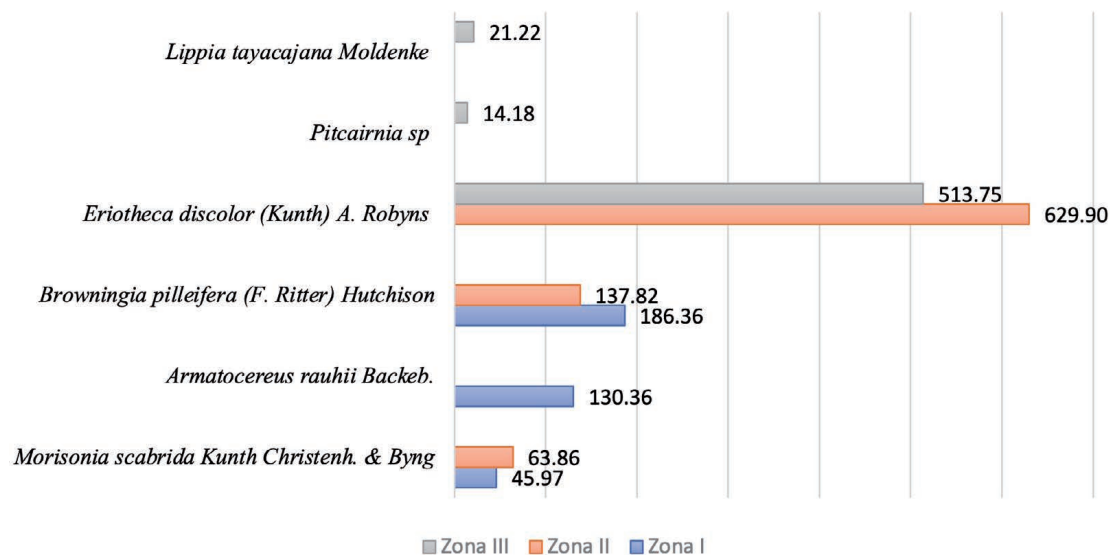


Fig. 13. Especies con mayor Área basal (AB), expresada en m²/0.1ha, en las tres zonas de estudio.
Fig. 13. Species with the highest Basal Area (BA), expressed in m²/0.1ha, in the three study areas.

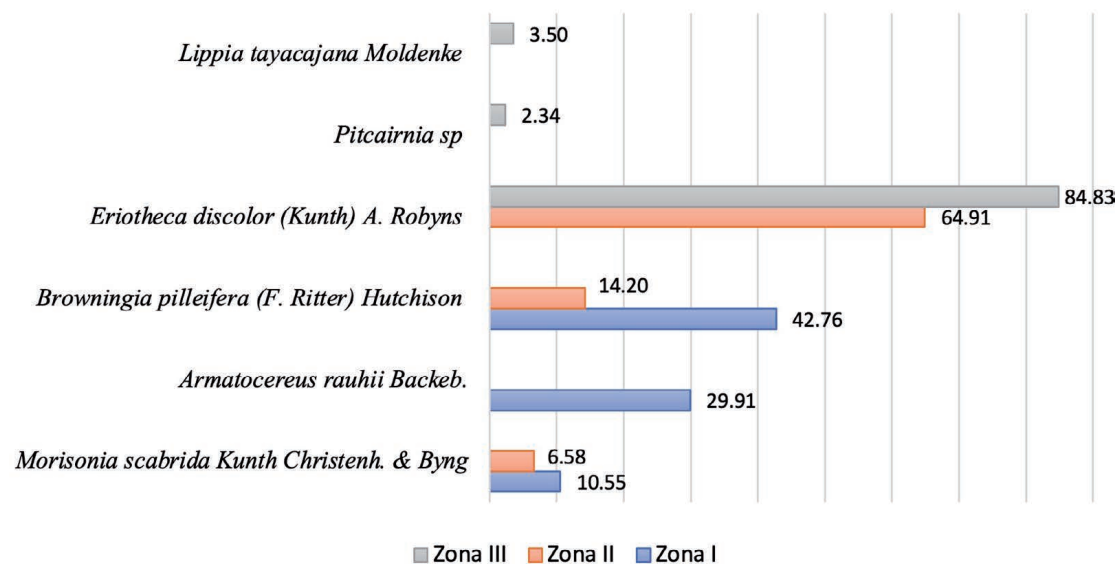


Fig. 14. Especies con mayor Dominancia relativa (DR), expresada en porcentaje (%), en las tres zonas de estudio.

Fig. 14. Species with the highest relative dominance (RD), expressed as a percentage (%), in the three study areas.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Las especies con IVI más alto, fueron para la Zona I: *B. pilleifera* (IVI = 56,69), *C. tripartita* (IVI = 52,85) y *A. rauhii* (IVI = 38,52); para la Zona II: *E. discolor* (IVI = 72,89), *C. alnifolius* (IVI = 31,07) *B. pilleifera* (IVI = 23,87); y para Zona III, *E. discolor* (IVI = 97,34), *D. carthagenensis* (IVI = 23,91) y *L. tayacajana* (IVI = 22,52) (Fig. 15). *E. discolor*, representa la especie de mayor importancia para la conservación en el rango altitudinal de 1100 a 1700 m, mientras que *B. pilleifera* lo es para el rango entre 850 y 1100 m, siendo posiblemente las mejores especies para implementar en programas de recuperación de hábitats impactados en el BES Marañón sur (Marcelo-Peña *et al.*, 2016). Las especies con valores de IVI altos pueden ser consideradas como la primera línea de acción sobre las cuales se pueden basar los planes de conservación, manejo y recuperación de hábitats (Shankar Raman, 2002; Sutherland, 2006; (Rasal-Sánchez, 2012). En tal sentido el uso del IVI es una herramienta valiosa para identificar especies para la conservación porque debido a que representan una mayor abundancia, frecuencia y dominancia, sus poblaciones generalmente proporcionan servicios ambientales que ayudan al mantenimiento del ecosistema donde se desarrollan; generando microclimas adecuados para la germinación de semillas más sensibles (especies de sucesión inicial), aunque, en algunos casos, necesiten de cobertura primigenia para su desarrollo (especies de sucesión secundaria) (Burel y Baudry, 2005).

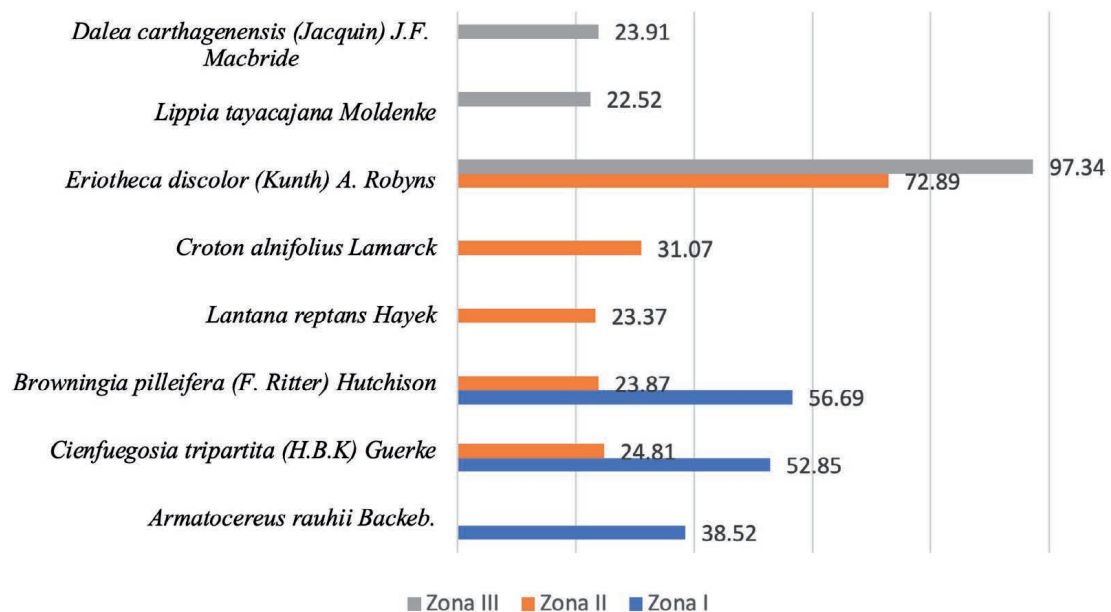


Fig. 15. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI), en las tres zonas de estudio.

Fig. 15. Species with the highest Importance Value Index (IVI), in the three study areas.

Dasometría

La distribución diamétrica (DAP) de los especímenes evaluados dentro de las parcelas en cada estrato altitudinal, muestra una alta frecuencia de plantas con DAP menor a 10 cm, indicando dominancia de especies arbustivas. Al igual que el resto de ecosistemas tropicales estacionalmente secos en Sudamérica, las formaciones vegetales evaluadas dentro del BES del Marañón presentan crecimiento lento, incrementando su fragilidad ante perturbaciones, principalmente deforestación y quemas (Espinosa *et al.*, 2012; Marcelo-Peña, 2008; Marcelo-Peña *et al.*, 2010, 2016; Särkinen, 2011). Dentro de este contexto, la extrema frecuencia de plantas con DAP menor a 2,86 cm (ancho de las primeras siete barras en la Fig. 16), refleja otros aspectos relacionados con la perturbación de las propias parcelas. El sobrepastoreo, quema recurrente de laderas y tala selectiva para leña son las principales causas de pérdida de hábitat en los bosques secos interandinos (Särkinen, 2011). Más allá de la influencia, el patrón de distribución diamétrica altitudinal observado refleja que los BES en la zona de Ucto, Celendín, Cajamarca entre los 850 y 1700 m snm es predominantemente arbustivo y aunque el Ministerio del Ambiente de Perú define a este ecosistema como “Bosque Estacionalmente Seco Interandino - Marañón” (MINAN, 2019), la zona ubicada entre los 1400–1700 m snm se ajustaría a esta definición debido a que hay un representativo aumento en la densidad poblacional de *E. discolor*, que en época húmeda junto o asociado a otras especies de porte arbóreo presentan un dosel cerrado brindando una apariencia boscosa y para las zonas ubicadas entre los 850 y 1400 m snm se propone la definición de “Matorral Estacionalmente Seco Interandino-Marañón”, por la abundante presencia de especies arbustivas y por que la vegetación se encuentra muy dispersa.

Endemismo, conservación de especies amenazadas y CITES

Se reportan 14 especies endémicas de Perú, el 26,92 por ciento del total en el estudio y el 0,25 por ciento del total especies endémicas de Perú (GBIF, 2017; León *et al.*, 2006; Missouri Botanical Garden, 2018); nueve especies endémicas de los BTES Marañón, 17,31 por ciento del total en el estudio y el 5,60 por ciento (considerando solo especies leñosas, arbustivas y arbóreas) del total especies endémicas de BTES Marañón (Marcelo-Peña *et al.*, 2016; GBIF, 2017; Missouri Botanical Garden, 2018), seis especies CITES, 11,54 por ciento del total en el estudio, MINAM (2012a); de las cuales todas fueron miembros de la familia Cactaceae, así mismo, Marcelo-Peña *et al.* (2013) reportaron entre los 940 y 1000 metros al sur de Balsas las especies CITES *A. rauhii*, *B. pilleifera*, *E. blossfeldiorum*, *M. krahnii*, *Matucana* sp. y *Melocactus* sp.; esto es un indicativo de que el listado de especies CITES del BES de esta parte del Marañón, asciende, al menos en el escenario más conservador, a ocho especies, las que representan un 23,52 por ciento del total reportado por Marcelo-Peña *et al.* (2016) para estos bosques.

Según el Decreto Supremo 043-2006-AG (2006), se registraron cuatro especies amenazadas: dos en Peligro Crítico (CR) *R. staminosa* y *M. scabrida*, una En Peligro

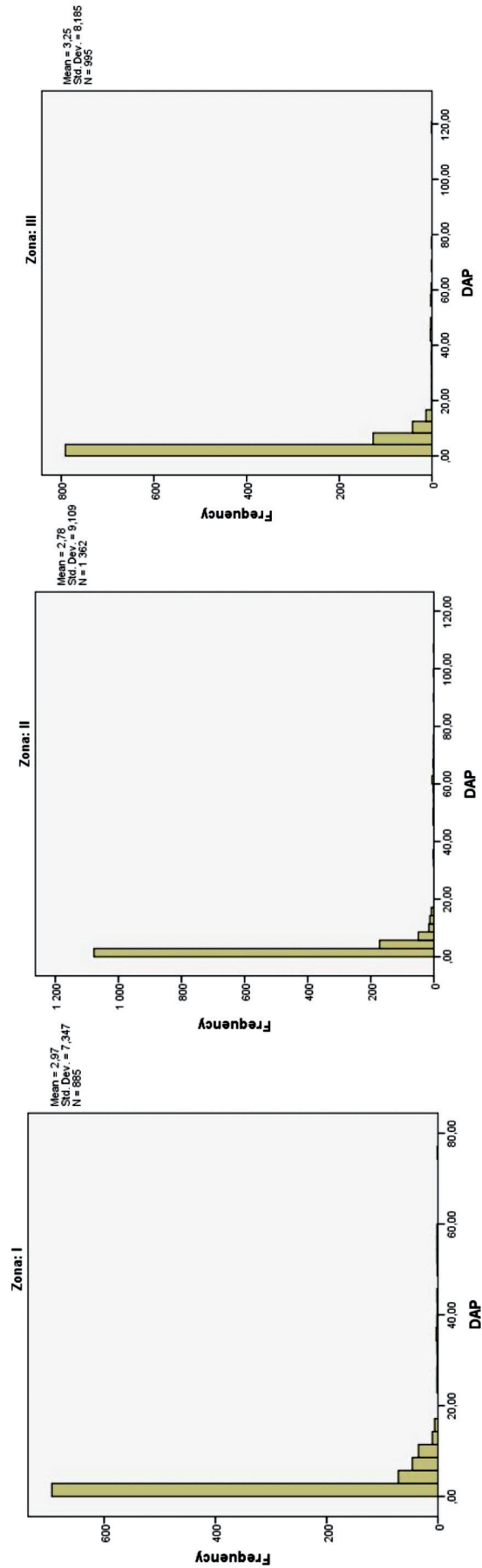


Fig. 16. Frecuencia del diámetro a la altura del pecho (DAP) para los individuos evaluados en la Zona I, II y III.
 Fig. 16. Frequency of the diameter at breast height (DBH) for the individuals evaluated in Zone I, II and III.

(EN) *K. lappacea*, y una Vulnerable (VU) *f. humboldtiana*; además de dos casi amenazadas (NT): *A. chachapoyensis* y *V. macracantha*. Por otro lado, a nivel internacional, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2016), quienes basaron su clasificación en lo publicado por León *et al.* (2006) para las especies endémicas, se reportó: una especie En Peligro (EN) *V. andina*, cuatro Vulnerables (VU) *A. weberbaueri*, *A. chachapoyensis*, *A. rauhii* subsp. *balsasensis* y *B. pilleifera*; además de dos especies con Datos Deficientes (DD) *R. staminosa* y *B. tenuiserpens*, y dos especies consideradas como taxonómicamente válidas pero que su estatus de conservación no ha sido evaluado (NE) *E. mirabilis* y *P. nigropunctulatum*. La zonas con mayor riqueza de especies amenazadas fueron Zona II y Zona III (ambas con cuatro especies) según el Decreto Supremo 043-2006-AG (2006); y Zona II (con cinco especies) según la IUCN (2016).

CONCLUSIONES

La diversidad específica registrada ascendió a 59 especies, distribuidas en 56 géneros y 25 familias, de las cuales Fabaceae, Asteraceae, Cactaceae y Malvaceae fueron las más diversas.

El patrón de distribución diamétrica altitudinal entre los 850 y 1400 m snm correspondiente a las zonas I y II es predominantemente arbustivo con 31 especies, 10 herbáceas, nueve arbóreas, seis suculentas y tres trepadoras, por lo se propone la definición de “Matorral Estacionalmente Seco Interandino – Marañón”.

Se reportaron 14 especies endémicas de Perú; nueve endémicas de los BES Marañón y seis especies CITES de la familia Cactaceae, grupo botánico de mayor interés debido a sus niveles de endemismo, amenaza y categorización. Según el Decreto Supremo 043-2006-AG (2006), se hallaron cuatro especies amenazadas: dos en Peligro Crítico (CR) *R. staminosa* y *M. scabrida*; una En Peligro (EN) *K. lappacea*, y una Vulnerable (VU) *f. humboldtiana*; además de dos casi amenazadas (NT): *A. chachapoyensis* y *V. macracantha*.

La zona más diversa fue la zona III (48 especies), seguida de la zona II (36 especies) y la zona I (22 especies), con valores de Diversidad de Margalef (D_{Mg}) de: 6,8, 4,84 y 3,09, respectivamente. La dominancia de Simpson (D) mostró alta dominancia en todas las zonas, incrementándose a mayor altitud, Zona III ($D = 0,9$), Zona II ($D = 0,87$), Zona I ($D = 0,77$). Los índices de diversidad beta, o índices de similitud entre hábitats, muestran que las Zonas I y II, presentan la máxima similitud ($IS = 65,517$ por ciento, $\mathcal{J} = 48,7$ por ciento), seguidos por la Zona II y III ($IS = 61,904$ por ciento y $\mathcal{J} = 44,8$ por ciento), mientras que la menor similitud se dio entre los estratos más alejados altitudinalmente Zonas I y Zona III ($IS = 51,904$ por ciento, $\mathcal{J} = 34,6$ por ciento).

Las especies con mayor abundancia relativa (AR) fueron *C. tripartita*, *C. alnifolius* y *D. carthagenensis*; con mayor frecuencia relativa (FR), *A. porrigens* var. *piurensis*, *C. tripartita*; *C. alnifolius* y *E. discolor*; con mayor área basal (AB) y mayor dominancia relativa (DR) *A. rauhii* y *E. discolor*; con mayor Índice de valor de importancia (IVI) *B. pilleifera*, *C. tripartita*, *A. rauhii*, *E. discolor*, *C. alnifolius*, *D. carthagenensis* y *L. tayacajana*.

AGRADECIMIENTOS

A Víctor Meza Contreras[†], Manuel Salomón Roncal Ordóñez, Elmer Campos Díaz, Jorge Chávez Ortiz, Isidoro Sánchez Vega[†], Juan Montoya Quino, Luis Dávila Silva, Reynaldo Linares-Palomino, Irwing Saldaña Ugaz, Omar Pairasaman Quiroz, Cinthia Chávez Chávez, Fiorella Pérez, Segundo Guevara, Julio Silva Torres, Ylda Pauca Ventura, Carmen Rojas, Martha Rabanal Cabanillas, Dora Vásquez Amaya, Milagros Barrantes Vásquez y al FINCyT por haber financiado los estudios doctorales de uno de los autores.

BIBLIOGRAFÍA

- Bautista, F., Delfín, H., Palacio, J., Delgado, M. (2004). Técnicas de Muestreo Para Manejadores de Recursos Naturales. *Journal of Chemical Information and Modeling* 53: 303-326. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Brako, J. y Zarucchi, L. (1993). Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Perú. Missouri Botanical Garden. Monographs in Systematic Botany. 1286p.
- Bullock, S. H. (1995). Seasonally Dry Tropical Forest. (1ra Ed). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Burel, F. y Baudry, J. (2005). Landscape Ecology Concepts, Methods and Applications. *Landscape Ecology* 378p. <https://doi.org/10.1007/s10980-005-2076-7>
- Chávez, C. A. (2020). Diversidad y distribución de la avifauna en dos gradientes altitudinales en los distritos de Utco - Cajamarca y Balzas -Amazonas (Tesis Pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS V9.1 Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Software and User's Guide <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00707.x>
- Decreto Supremo 043-2006-AG. (2006). Aprueban Categorización de. Especies Amenazadas de Flora Silvestre. Diario El Peruano. *Agricultura* 1-13.
- DRYFLOR (2016). Plant Diversity Patterns in Neotropical Dry Forests and Their Conservation Implications. *Science*. 353, 1383. <https://doi.org/10.1126/science.aaf5080>
- Espinosa, I., De La Cruz, M., Luzuriaga, L., Escudero, A. (2012). Bosques Tropicales Secos de La Región Pacífico Ecuatorial : Diversidad, Estructura, Funcionamiento e Implicaciones Para La Conservación. *Ecosistemas* 21 (1-2): 167-79. <https://doi.org/10.7818/re.2014.21-1-2.00>
- Figuroa, J., Stucchi, M. Rojas-Verapinto, R. (2016). Modelación de la distribución del oso andino *Tremarctos ornatus* en el Bosque Seco del Marañón (Perú). *Revista Mexicana De Biodiversidad* 87: 230-38. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.008>
- GBIF (2017). Global Biodiversity Information Facility. Free and Open Access to Biodiversity Data. <https://www.gbif.org>
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6968-8_1

- Goral, F., Schellenberg, J. (2018). Functions for Community Data and Ordinations, Goeveg Version: 0.4.2.
- Halffter, G. (2002). Conservación de La Biodiversidad En El Siglo XXI. *Boletín de La Sociedad Entomológica Aragonesa* 31: 1-7.
- IBM Corp. (2012). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp. New York.
- Irizarry, R. A., Love, M. I. (2015). *Data Analysis for the Life Sciences*. Leanpub. Cambridge. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- IUCN (2016). The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org>
- León, B., Roque, J., Ulloa-Ulloa, C., Pitman, N., Jørgensen, P. M., Cano, A., eds. (2006). *El Libro Rojo de Las Plantas Endémicas Del Perú*. *Revista Peruana de Biología* 13 (2): 1-980.
- Lewis, G. P., Hughes, C. E., Daza Yomona, A., Solange Sotuyo, J., Simon, M. F. (2010). Three New Legumes Endemic to the Marañon Valley, Perú. *Kew Bulletin* 65 (2): 209-20.
- Linares-Palomino, R. (2004). Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: II. Fitogeografía y Composición Florística. *Arnaldoa* 11 (1): 103-138.
- Linares-Palomino, R. (2006). Phytogeography and Floristics of Seasonally Dry Tropical Forests in Peru. En: R. T. Pennington, J. A. Ratter (Eds.) Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests. Plant Diversity, Biogeography and Conservation. Boca Ratón. EEUU. (257-280). Tylor & Francis Group Editions. <https://doi.org/doi:10.1201/9781420004496.ch11>
- Marcelo-Peña, J. L., Huamantupa, I., Särkinen, T., Tomazello, M. (2016). Identifying Conservation Priority Areas in the Marañon Valley (Peru) Bases on Floristic Inventories. *Edinburgh Journal of Botany* 73 (1): 95-123. <https://doi.org/10.1017/S0960428615000281>
- Marcelo-Peña, J. L., Mondragón, Tarrillo, J., Ríos, J. C., Cangahuala, L., Ortiz, J. (2013). Informe Del Estado Actual de La Población de Parkinsonia Peruviana, Especie Endémica En Peligro Crítico de Extinción. Informe Del Herbario MOL-Forestales: 1-14.
- Marcelo-Peña, J. L., Pennington, R. T., Reynel, C., Zevallos, P. (2010). *Guía Ilustrada de La Flora Leñosa de Los Bosques Secos de Jaén, Perú*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina/Royal Botanic Garden Edinburgh. 1-288.
- Marcelo-Peña, J. L. (2008). Vegetación Leñosa, Endemismos y Estado de Conservación En Los Bosques Estacionalmente Secos de Jaén, Perú. *Revista Peruana de Biología* 15 (1): 43-52.
- Matteucci, S. y Colma, A. (1982). *Metodología Para El Estudio de La Vegetación*. S. Ira ed. Washington: secretaria de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 1-168.
- MINAM. (2012a). Listado de Especies CITES Peruanas Flora Silvestre. Lima, Perú. 1-35.
- MINAM. (2012b). Ministerio Del Ambiente. Definiciones conceptuales del los ecosistemas del Perú. 1-13.
- MINAM. (2018). Mapa Nacional de Ecosistemas. *Ministerio del Ambiente*, 82.

- MINAM. (2019). Mapa Nacional de Ecosistemas Del Perú - Memoria Descriptiva. *Ministerio Del Ambiente* 1-119. <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-nacional-ecosistemas-peru>
- Missouri Botanical Garden (2018). Tropicos. <https://tropicos.org>
- Moreno, C. E., Halffter, G. (2001). Spatial and Temporal Analysis of a, b and g Diversities of Bats in a Fragmented Landscape. *Biodiversity and Conservation* 10: 367-382.
- Murphy, P. G., Lugo, A. E. (1986). Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17 (1): 67-88. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.000435>
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'hara, R. B., Wagner, H. (2013). Community ecology package. *R package version 2* (0): 321-326.
- Ostolaza, C. (2014). Todos Los Cactus Del Perú. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente del Perú: 1-167.
- Pennington, R. T., Darien E. P., Colin A. P. (2000). Neotropical Seasonally Dry *Forests and Quaternary Vegetation Changes* 27 (2): 261-73.
- PISCES Conservation. (2014). Species Diversity and Richness 4.0. <http://www.pisces-conservation.com/softdiversity.html>
- Prado, D. E. (2000). Seasonally Dry Forests of Tropical South America: From Forgotten Ecosystems to a New Phytogeographic Unit. *Edinburgh Journal of Botany* 57 (3): 437-61.
- Rasal-Sánchez, M. (2012). Terrestrial Vegetation of the Montane Forest of Lanchurán (Piura, Peru). *Caldasia* 34 (1): 1-24.
- RStudio Team (2018). RStudio 1.1.453: Integrated Development for R. Boston, MA: RStudio, Inc.
- Särkinen, T. E., Marcelo-Peña, J. L., Daza, A., Simon, M., Pennington, R. T. (2011). Underestimated Endemic Species Diversity in the Dry Inter-Andean Valley of the Río Marañón, Northern Peru: An example from Mimosa (Leguminosae, Mimosoideae). *Taxon* 60 (1): 139-150. <https://doi.org/10.5167/uzh-51346>
- SENASICA (2019). Manual de Técnicas de Curación y Preservación Para Un Herbario de Malezas (V 1.0). *Dirección General de Sanidad Vegetal Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria Manual*: 1-26. <http://sinavef.senasica.gob.mx/CNRF/AreaDiagnostico/DocumentosReferencia/Documentos/ManualesGuias/Manuales/Manual Preservación Herbario V1 PUB.pdf>
- Shankar Raman, T. R. (2002). Assessment of Census Techniques for Interspecific Comparisons of Tropical Rainforest Bird Densities: A Field Evaluation in the Western Ghats, India. *Ibis* 145 (1): 9-21. <https://doi.org/10.1046/j.1474-919X.2003.00105.x>
- Sutherland, W. E. (2006). *Ecological Census Techniques*. (1ra Ed). Cambridge University Press. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(97\)82688-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(97)82688-2)
- The Plant List (2013). Version 1.1. 2013. <http://www.theplantlist.org>
- Villareal H., Álvarez, M., Córdova, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda ed. Vol. 1. Bogota, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 236 p.