



Flora y vegetación del bosque estacionalmente seco ribereño de la quebrada de Jaguay-Manga-Pachana en las provincias de Camaná y Condesuyos, Arequipa-Perú

Flora and vegetation of the seasonally dry riparian forest of the Jaguay-Manga-Pachana stream in the provinces of Camaná and Condesuyos, Arequipa-Perú

Miguel Angel Hinojosa-Talavera ^{1,2*}

Lizbeth Angélica Lima-Salazar ¹

Alejandro Delgado-Cárdenas ¹

¹ SERFOR, Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre ATFFS-Arequipa, Cooperativa Universitaria D-12, 04001 Arequipa, Perú.

²Herbarium Arequipense HUSA, Calle Daniel Alcides Carrión s/n, 04001 Arequipa, Perú

*Autor de correspondencia: mhinojosat@unsa.edu.pe

Recibido: 20/10/2025 Aceptado: 28/11/2025 Publicado: 31/01/2026

Resumen: El presente estudio se realizó en el bosque estacionalmente seco (BES) ribereño ubicado en la quebrada Jaguay-Manga-Pachana, que abarca las provincias de Camaná y Condesuyos, en la región de Arequipa, Perú. El área evaluada de aproximadamente 1268 hectáreas, incluye ecosistemas ribereños. El objetivo general fue caracterizar la flora y la vegetación del área de estudio mediante muestreos botánicos intensivos y evaluación cuantitativa en parcelas. Se realizaron muestreos de campo entre los años 2022 y 2024 donde se registraron 57 especies de plantas vasculares, distribuidas en 53 géneros y 25 familias. Los tipos de vegetación identificados fueron lomas, desierto con escasa vegetación, monte ribereño, zona agrícola y cardonal; entre ellos, el monte ribereño constituye la unidad más representativa, dominada por formaciones de *Vachellia macracantha* "huarango", junto con especies importantes como *Schinus molle* "molle" y *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* "cahuato"; entre la flora sensible se registran 07 especies endémicas: 05 categorizadas en el D.S. 043-2006-AG, 21 en IUCN y 04 en el apéndice II de CITES. A través de este estudio, se busca promover la inclusión de estos bosques en la lista sectorial de ecosistemas frágiles de Perú para garantizar su conservación.

Palabras clave: BES; *Vachellia macracantha*; ecosistemas frágiles

Abstract: This study was conducted in the seasonally dry riparian forest located in the Jaguay-Manga-Pachana ravine, which spans the provinces of Camaná and Condesuyos in the Arequipa region, Peru. The evaluated area, approximately 1,268 hectares in extent, includes riparian ecosystems. The general objective was to characterize the flora and vegetation of the study area through intensive botanical surveys and quantitative plot-based vegetation assessment. Field sampling was carried out between 2022 and 2024, during which 57 vascular plant species were recorded, distributed in 53 genera and 25 families. The vegetation types identified were lomas, sparsely vegetated desert, riparian woodland, agricultural area, and cardonal; among them, the riparian woodland was the most representative unit, dominated by formations of *Vachellia macracantha* ("huarango"), together with important species such as *Schinus molle* ("molle") and *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* ("cahuato"). Within the sensitive flora, seven endemic species were recorded, five categorized under Supreme Decree No. 043-2006-AG, 21 included in the IUCN Red List, and four listed in Appendix II of CITES. This study seeks to support the inclusion of these forests in Peru's sectoral list of fragile ecosystems in order to ensure their conservation.

Keywords: BES; *Vachellia macracantha*; fragile ecosystems



1. Introducción

Los bosques secos son ecosistemas frágiles debido a las bajas precipitaciones anuales, las cuales limitan su capacidad de regeneración natural y dificultan el establecimiento de plantaciones. Estos ecosistemas se caracterizan por una composición florística relativamente simple, con predominancia de pocas especies arbóreas, lo que les confiere una estructura casi homogénea. Los factores climáticos y edáficos afectan su vulnerabilidad y limitan su recuperación, especialmente bajo las consecuencias del cambio climático global que intensifica las sequías y los eventos climáticos extremos (Andaluz, 2003; Siyum, 2020; Stan & Sanchez-Azofeifa, 2019).

Los Bosques estacionalmente secos (BES) se definen por su marcada estacionalidad en las precipitaciones, presentando largos periodos de sequía que limitan su regeneración. En muchas zonas, estos bosques suelen estar dominados por especies como *Neltuma* sp. ('algarrobo') o *Vachellia macracantha* (huarango), cuyas densas formaciones se pueden dar en zonas cercanas a fuentes de agua. Estas especies desempeñan un papel clave en la retención de humedad y en el control de la erosión en áreas vulnerables (MINAM, 2015a; Sanchez-Azofeifa et al., 2005; Whaley et al., 2010).

A nivel global, los biomas tropicales secos, incluidos los BES, están siendo transformados rápidamente por el cambio de uso del suelo. Actualmente, menos del 25% de su extensión original permanece intacta, lo que convierte a los BES en uno de los ecosistemas más degradados del planeta (Sebastianelli et al., 2024). A pesar de su importancia, menos del 8% de estos bosques está protegido legalmente (Stan & Sanchez-Azofeifa, 2019), a pesar de su rol en la provisión de servicios ecosistémicos vitales, como alimentos, leña, combustibles, y la regulación climática (Depenthal & Meitzner Yoder, 2017; Smith & Guégan, 2010).

En el Perú, se reconocen cinco tipos de BES: Llanura, Ribereño, Interandino, Colina, Montaña y Oriental, que cubren un área de 4 025 338 ha, equivalente al 3.11% del territorio nacional. A pesar de la limitada extensión de los bosques secos ribereños, que representan aproximadamente 52 152.65 ha a nivel nacional, juegan un papel fundamental en la protección de las riberas y el control de la erosión durante las crecientes estacionales (MINAM, 2018).

Aunque la mayoría de los estudios en Perú se han centrado en los BES de montaña, de llanura y ribereños de los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad e Ica (Linares-Palomino, 2004a, 2004b; Linares-Palomino et al., 2022; MINAM, 2015a), la zona costera de la región de Arequipa también alberga importantes ecosistemas de BES ribereños, como los que se encuentran en la quebrada de Jaguay-Manga-Pachana, en las provincias de Camaná y Condesuyos. En este trabajo se presenta un estudio detallado de la riqueza florística y vegetación de estos ecosistemas, los cuales están siendo evaluados para su inclusión en la lista sectorial de ecosistemas frágiles, con el fin de promover su reconocimiento y conservación.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El área de estudio se localiza en la región sur del Perú, abarcando las provincias de Camaná (distrito de Mariscal Cáceres) y Condesuyos (distritos de Andaray y Chuquibamba), dentro del departamento de Arequipa, donde se encuentran algunos poblados y zonas conocidas como Jaguay, El Aliso, Chageriyoc y Pachana; el centroide presenta las coordenadas UTM 18S 738232E 8206400N. Esta área se caracteriza por el predominio de un sistema de quebradas que descienden desde la Cordillera de la Costa hacia el Océano Pacífico, formando un ambiente semiárido en la zona costera y una transición hacia zonas de vida más elevadas en el interior. Las quebradas en estudio tienen una longitud de 82.13 km y abarcan un área aproximada de 1268.76 ha. El principal foco del estudio es la Quebrada Jaguay, la cual se bifurca en dos ramales principales la quebrada Yesera y Manga, esta última da lugar a la quebrada Pachana, con sus afluentes más pequeños como la quebrada Tranca Grande e Illomas.

Desde su inicio, en la zona cercana a la costa en Jaguay, el paisaje está dominado por formaciones desérticas costeras, en su mayoría desprovistas de vegetación natural, salvo la presencia esporádica de formaciones de tipo lomas en las áreas más húmedas y el crecimiento limitado de especies xerofíticas. Conforme se avanza hacia el noreste, siguiendo la quebrada Manga, el terreno se eleva levemente, entrando en zonas agrícolas intermitentes, principalmente cultivos adaptados al ambiente árido. Las zonas de cultivo se encuentran en áreas cercanas a los cursos de agua que fluyen de manera intermitente durante las temporadas de lluvias. Los márgenes de la quebrada cuentan con trochas carrozables que permiten acceso a las áreas más internas, incluyendo zonas de ganadería.

La quebrada de Pachana, uno de los principales ramales del sistema, se caracteriza por zonas ribereñas con vegetación arbórea dispersa. En las zonas más elevadas, hacia los 1600 m snm, la vegetación cambia, dando paso a rodales de cactus y otras especies adaptadas al clima seco, clasificadas como cardonal, que dominan las partes altas cercanas a la bifurcación con la quebrada Rata. A nivel geológico (Sandweiss et al., 1999), la zona está compuesta por depósitos fluvio-aluviales recientes que se alternan con áreas de origen volcánico, destacándose por la influencia de materiales erosionados de la Cordillera de la Costa.

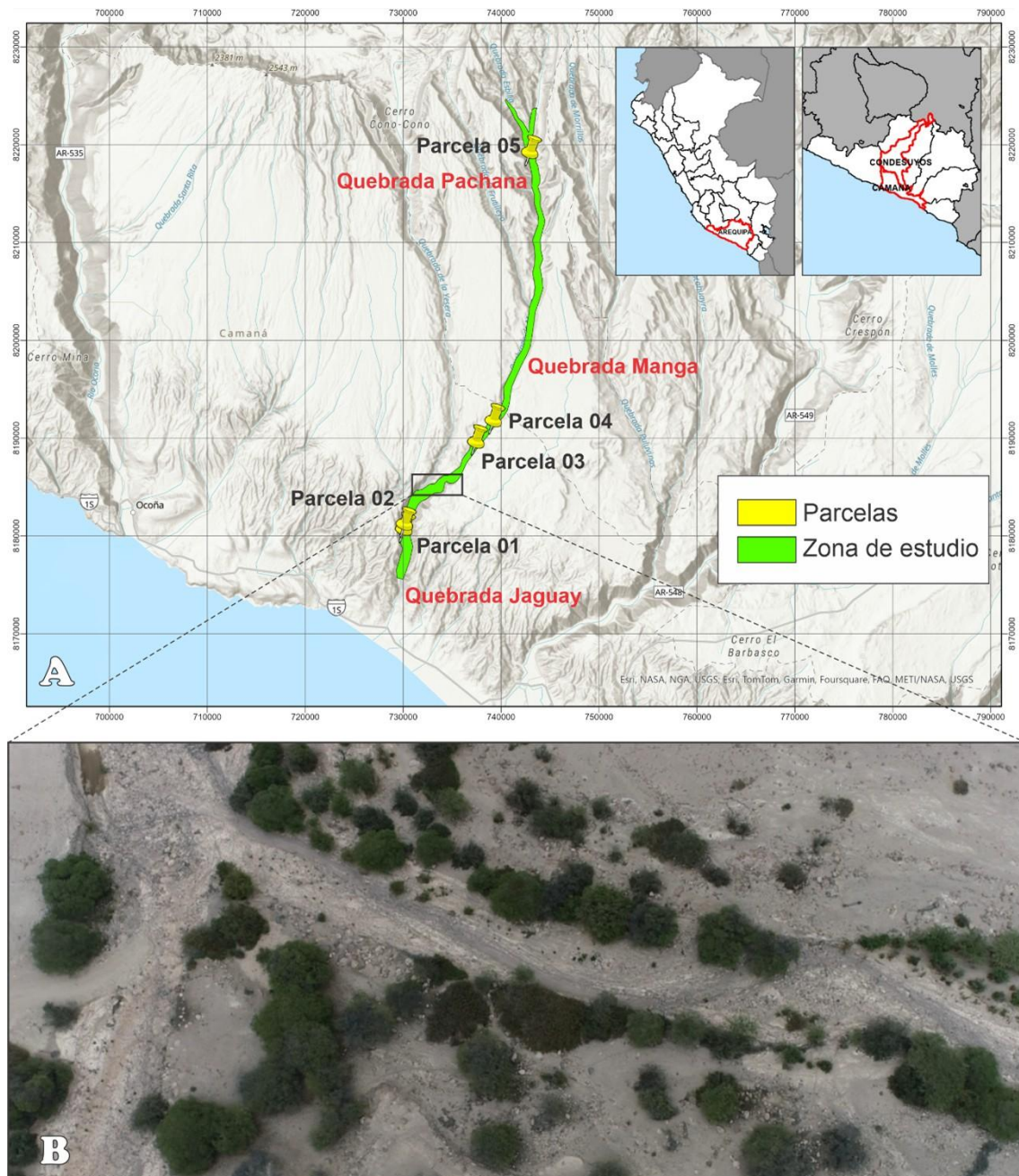


Figura 1. Ubicación del área de estudio. A, ubicación geográfica de la quebrada Jaguay-Manga-pachana. B, vista cenital de la quebrada Jaguay.

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2015b), la zona de estudio presenta un gradiente de cobertura vegetal que comprende agricultura costera y andina en las áreas más bajas y próximas al mar, formaciones de desierto costero en los sectores intermedios y áreas de cardonal hacia las partes más elevadas y rocosas. Por su parte, según la clasificación de zonas de vida de (Holdridge, 1967), a lo largo del sistema Jaguay-Manga-Pachana se reconocen las zonas de vida Desierto desecado - Montano Subtropical (dd-S), Desierto Desecado - Subtropical (ds-S), Desierto perárido - Subtropical (dp-S), así como Matorral desértico - Montano Bajo Subtropical (md-MBS) y Desierto perárido - Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) en los cerros adyacentes.

En el presente trabajo, el área de estudio se reconoce como un sistema de quebradas con un marcado gradiente altitudinal y ambiental, donde en el sector de Jaguay, próximo a la costa, predominan las coberturas más bajas asociadas a agricultura costera y al desierto costero, inicialmente en la zona de vida Desierto desecado - Montano Subtropical (dd-S), seguida hacia el interior por Desierto Desecado - Subtropical (ds-S). A medida que la quebrada avanza hacia el noreste, se desarrolla principalmente dentro de la zona de vida Desierto perárido - Subtropical (dp-S), aunque con mayor presencia de vegetación ribereña asociada al curso de agua; en los márgenes altos se presentan Matorral desértico - Montano Bajo Subtropical (md-MBS) y Desierto perárido - Montano Bajo Subtropical (dp-MBS), mientras que en gran parte de las quebradas Manga y Pachana predomina Desierto desecado - Subtropical (dd-S), con variaciones determinadas por la altitud y la cercanía a cuerpos de agua estacionales.

2.2. Muestreo de la flora

El listado de flora vascular se obtuvo mediante colecciones intensivas en el área de estudio, realizados en campañas de campo llevadas a cabo en los años 2022, 2023 y 2024. Durante estas visitas, se recorrieron los diferentes tipos de cobertura vegetal, con el objetivo de catalogar la mayor cantidad posible de especies presentes en el bosque estacionalmente seco. Las campañas de recolección se distribuyeron en distintas épocas del año (MINAM, 2015a, 2015b). El presente trabajo formó parte de la investigación titulada "Estudio de la diversidad de flora y fauna asociada para la propuesta de los ecosistemas frágiles del departamento de Arequipa", aprobada por la resolución RD 143-2022-MIDAGRI-SERFOR-DGSPFFS-DGSPF.

Las muestras colectadas fueron procesadas en las instalaciones del Herbarium Arequipense HUSA de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, donde se realizó la identificación taxonómica de las especies. El material botánico fue ingresado como parte de la colección. Para el proceso de determinación se utilizó bibliografía especializada, incluyendo trabajos clave para ciertos géneros, como *Nolana* (Dillon 2023) y *Presliophytum* (Acuña & Weigend, 2017). Además, se consultó información de herbarios con muestras digitalizadas.

Durante la recolección, se registraron diversos datos de cada especie, como su hábito o forma de crecimiento, fenología, uso potencial según la bibliografía y la presencia de especies sensibles, categorizadas según el D.S. 043-2006-AG, endemismo (Quipuscoa et al., 2022), inclusión en el apéndice CITES (MINAM, 2015b) o su estado de conservación según la lista roja de la (UNEP-WCMC, 2024).

2.3. Muestreo de la vegetación

Para caracterizar los tipos de vegetación, se evaluó cuantitativamente la flora vascular utilizando parcelas rectangulares. Se evaluaron 5 parcelas (ver tabla 1), para cada parcela delimitamos en cada punto de monitoreo un área de 45 m x 20 m donde registramos la cobertura y el número de individuos del estrato arbóreo. Dentro de cada parcela ubicamos una subparcela central de 2 m x 5 m donde registramos todos los arbustos y cactáceas erectas. Se determinaron la abundancia, dominancia y frecuencia para el índice de valor de importancia I.V.I. y la densidad en individuos por hectárea (MINAM, 2015a). La distribución de las especies se catalogó según las unidades de vegetación de lomas, desierto costero con escasa vegetación, monte ribereño con algunos cuerpos de agua, áreas agrícolas y cardonal.

Tabla 1. Localidades de estudio indicando coordenadas (UTM, Zona 18K) y altitud.

Quebrada	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m snm)
1. Jaguay	730264.48	8180858.14	352
2. Jaguay	730336.06	8181392.50	373
3. Manga	737624.23	8189784.99	1125
4. Manga	739402.79	8191966.63	1150
5. Pachana	743124.42	8219390.42	1622

3. Resultados

3.1. Riqueza florística

Se registraron 57 especies de plantas vasculares, agrupadas en 53 géneros y 25 familias botánicas (ver apéndice 1). La familia Asteraceae es la más representativa en la zona con 10 especies, seguida de Poaceae con 7 especies. La familia Fabaceae con 5 especies, Cactaceae y Solanaceae con 4 especies cada una, Amaranthaceae y Cyperaceae con 3 especies, Anacardiaceae, Euphorbiaceae y Boraginaceae con 2 especies y las demás familias representadas por una sola especie (ver fig. 2).

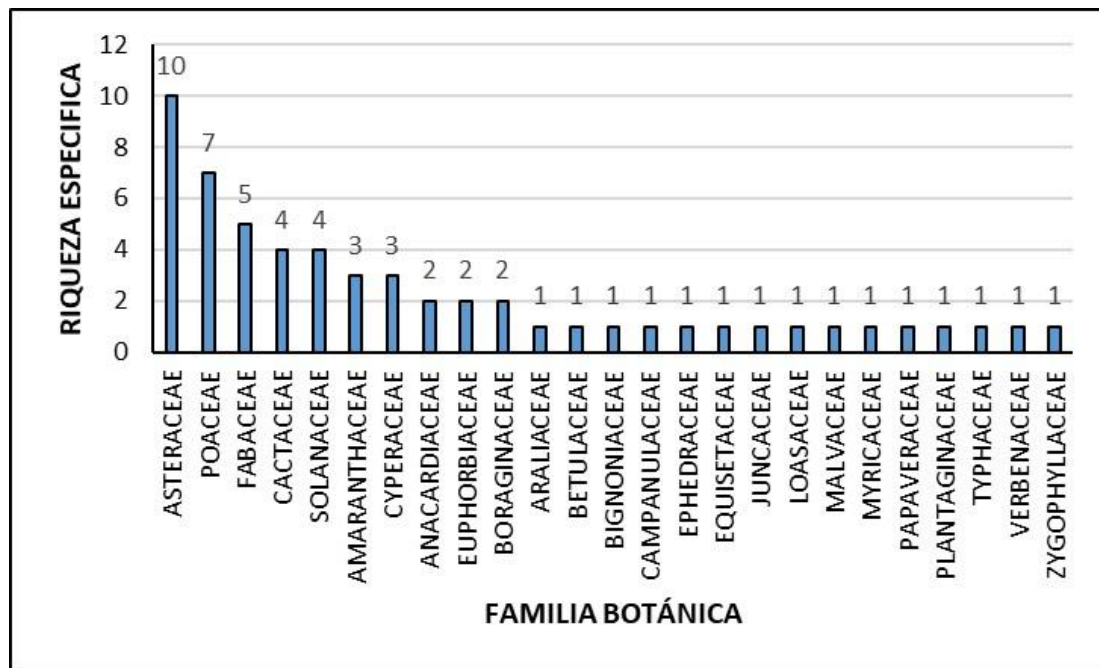


Figura 2. Riqueza específica por familia botánica de la flora vascular registrada en la quebrada Jaguay-Manga-Pachana.

La forma de vida predominante son las hierbas (37 especies), que representan el 64.9% de todas las especies registradas. Los arbustos están representados por 12 especies (21.1%). Tanto los árboles están representados con 8 especies (14%), siendo las especies arbóreas del bosque estacionalmente seco ribereño *Vachellia macracantha* "huarango", *Schinus molle* "molle", *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* "cahuato", *Haplorhus peruviana* "ccasi", *Morella pavonis* "huacano", *Alnus acuminata* "aliso", *Ricinus communis* "higuerilla" y el cactus arborescente *Neoraimondia arequipensis* "gigantón".

En el análisis florístico por tipo de vegetación mostró que la vegetación de monte ribereño fue la más diversa, con 31 especies, seguida por la zona agrícola con 24 especies (ver apéndice 1). La mayoría de los taxones estuvieron compartidos entre dos o más tipos de vegetación registrados para la zona de estudio, siendo los que presentan mayor número de especies comunes la vegetación de monte ribereño y zona agrícola. Respecto a las especies más comunes tenemos *Vachellia macracantha* "huarango", *Pluchea chingoyo* "toñúz" y *Baccharis salicifolia* "chilco".

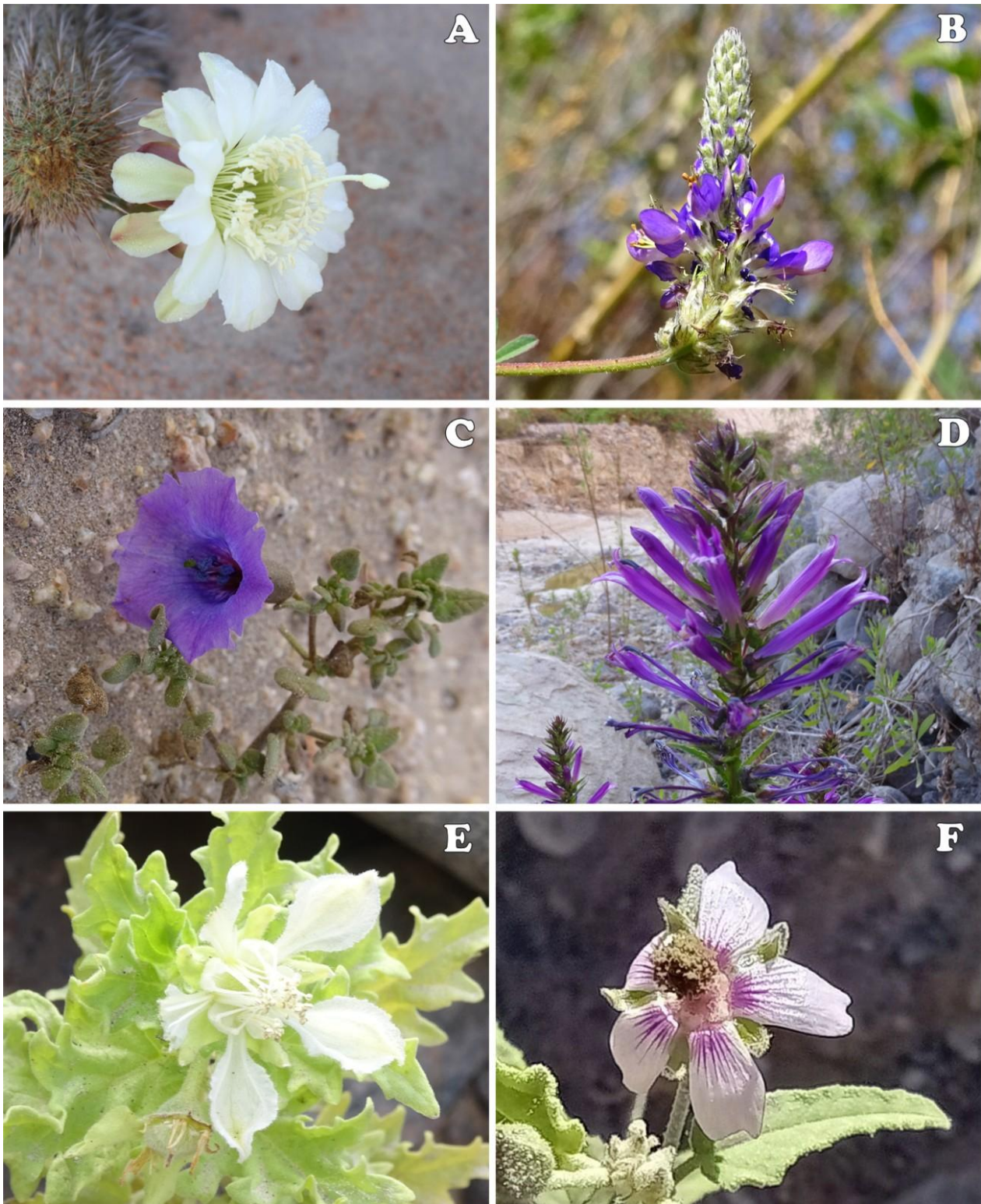


Figura 3. Fotografías de la flora vascular registrada en la quebrada Jaguay-Manga-Pachana. A, *Haageocereus decumbens*. B, *Dalea cylindrica*. C, *Nolana* sp. D, *Lobelia decurrens*. E, *Presliophytum arequipensis*. F, *Tarasa rahmeri*.

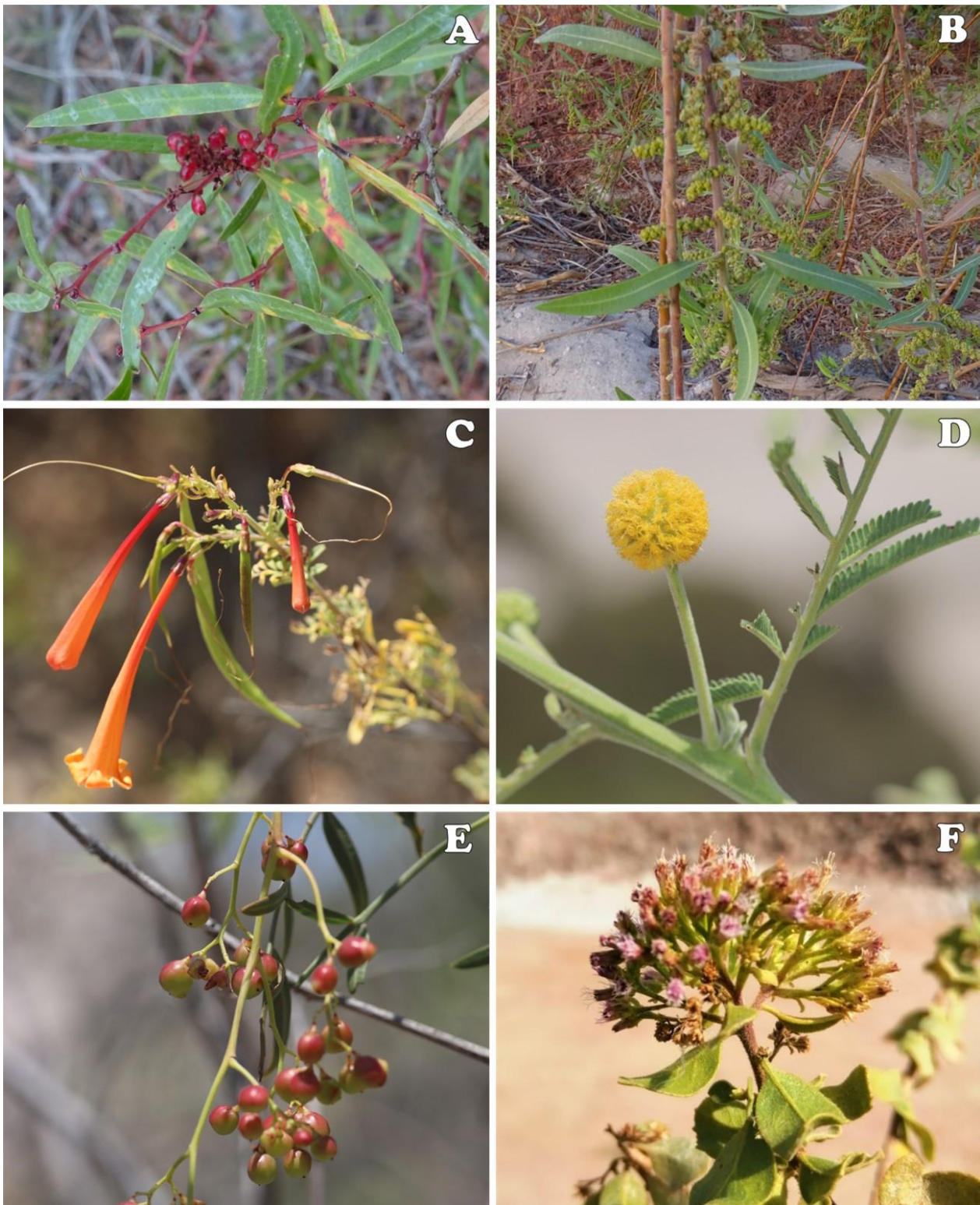


Figura 4. Fotografías de la flora vascular registrada en la quebrada Jaguay-Manga-Pachana. A, *Haplorhus peruviana*. B, *Morella pavonis*. C, *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis*. D, *Vachellia macracantha*. E, *Schinus molle*. F, *Pluchea chingoyo*.

Entre la flora sensible (ver tabla 2), siete especies son reconocidas como endémicas; otras cinco especies adicionales están listadas categorizadas como Especies Amenazadas de Flora Silvestre (Decreto Supremo 043-2006-AG) que es uno de los requisitos para la propuesta como ecosistema frágil (SERFOR 2024b); veintiún especies se encuentran en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UNEP-WCMC, 2024). Además, cuatro especies, todas ellas Cactaceae, se

mencionan en el Anexo II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (UNEP-WCMC, 2024).

Tabla 2. Flora sensible registrada en la quebrada Jaguay-Manga-Pachana.

Especie	Endemismo	D.S. 043-2006-AG	IUCN	CITES
<i>Alnus acuminata</i> Kunth		VU	LC	
<i>Atriplex rotundifolia</i> Dombey ex Moq.	Arequipa, Cajamarca, Ica, Lambayeque, La Libertad y Lima			
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.			LC	
<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.			LC	
<i>Cenchrus echinatus</i> L.			LC	
<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene			LC	
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.			LC	
<i>Ephedra americana</i> Willd.		NT	LC	
<i>Haageocereus decumbens</i> (Vaupel) Backeb.	Arequipa, Moquegua y Tacna		LC	II
<i>Haplorhus peruviانا</i> Engl.		CR	EN	
<i>Heliotropium curassavicum</i> L.			LC	
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.			LC	
<i>Islaya islayensis</i> (Förster) Backeberg,			NT	II
<i>Loxanthocereus gracilis</i> (Akers & Buining) Backeberg	Arequipa			II
<i>Neoraimondia arequipensis</i> (Meyen) Backeb.	Áncash, Arequipa, Ayacucho, Ica, Lambayeque, La Libertad, Lima, Moquegua, Piura y Tacna		LC	II
<i>Nolana thinophila</i> I.M. Johnst.	Arequipa			
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.			LC	
<i>Poa annua</i> L.			LC	
<i>Presliophytum arequipense</i> Weigend	Arequipa			
<i>Schinus molle</i> L.			LC	
<i>Schoenoplectus americanus</i> (Pers.) Volkart ex Schinz & R. Keller			LC	
<i>Solanum peruvianum</i> L.			LC	
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth			LC	
<i>Tecoma fulva</i> subsp. <i>arequipensis</i> (Sprague) J.R.I. Wood	Arequipa	VU		
<i>Typha angustifolia</i> L.			LC	
<i>Vachellia macracantha</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger		NT	LC	

D.S. 043-2006-AG. VU: vulnerable, NT: preocupación menor, CR: peligro crítico. IUCN. LC: preocupación menor, NT: casi amenazado, EN: en peligro.

3.2. Tipos de vegetación

El número de especies, número de individuos, el porcentaje de cobertura, la frecuencia y la densidad encontrados a partir del análisis de las parcelas en monte ribereño se encuentran en apéndice 2. De forma general, las parcelas presentaron coberturas menores a 60-75% con conteo de individuos que van de 15-45. Las especies con mayor I.V.I. son *Vachellia macracantha* con 28.8%, *Pluchea chingoyo* con 22.1%, *Baccharis salicifolia* con 13.5%, *Schinus molle* con 8.8% y *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* con 8.4%. La especie con mayor densidad es *Baccharis salicifolia* con 71.1 ind/ha, seguido de *Pluchea chingoyo* con 68.9 ind/ha y *Vachellia macracantha* con 55.6 ind/ha.

Se distinguieron cinco unidades de vegetación descritas a continuación:

- Comunidad de lomas ubicada en la zona de Jaguay. Con escasa vegetación donde se observan especies endémicas como *Nolana* sp., *Nolana thinophila* y *Presliophytum arequipense*.
- Comunidad de monte ribereño, esta comunidad abarca casi la totalidad de la zona de estudio, se desarrolla en el cauce seco (que se activa con las avenidas veraniegas) de la quebrada Jaguay-Manga-Pachana. Tiene gran componente arbóreo destacando *Vachellia macracantha* y en menor cantidad especies como *Schinus molle*, *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* y de manera ocasional a muy escasa *Haplorhus peruviانا* y *Morella*

pavonis. El componente arbustivo también contribuye de manera importante a la estructura de la vegetación como *Pluchea chingoyo* y *Baccharis* spp.

- La comunidad de desierto con escasa vegetación se encuentra a los costados limitando la quebrada, entre las especies registradas se encuentra *Islaya islayensis*, *Haageocereus decumbens*, *Trixis cacalioides* y *Tiquilia paronychioides*.
- En la zona agrícola se ubican varias parcelas con cultivos como maíz, paltas y algunos árboles frutales, poco desarrollada por el factor limitante del agua. Se han registrado especies invasoras como *Ricinus communis*, *Bidens pilosa*, *Sonchus oleraceus*, *Trifolium repens* entre otras.
- Comunidad de cardonal, solo se ha registrado *Neoraimondia arequipensis* en la zona límite de la quebrada Pachana.

4. Discusión

4.1. Riqueza florística

Linares-Palomino et al., (2022) clasifican los bosques estacionalmente secos costeros (BES) en dos tipos principales: de montaña y de llanura. Los BES de llanura incluyen las zonas costeras de Tumbes, Piura, Lambayeque e Ica, y se caracterizan por la dominancia de especies como *Prosopis pallida* y *Vachellia macracantha*. Sin embargo, no se consideraron parcelas en la región de Arequipa en dicho estudio. Por lo tanto, este artículo adopta la clasificación de (MINAM, 2018), que incluye a la región de Arequipa dentro del ecosistema de bosque estacionalmente seco ribereño. Aunque no se evaluó directamente, se toma en cuenta la similitud geográfica y ecológica con los ecosistemas de desierto costero en Ica. En ese sentido, Orellana (2022) reporta cinco bosques estacionalmente secos ribereños en Ica, compuestos principalmente por “huarango”.

En Ica, los bosques de huarangales han sido evaluados por (Cuba-Cordova et al., 2023), quienes registraron en cinco parcelas una flora leñosa asociada representada por cuatro familias, siete géneros y siete especies, con predominio de Fabaceae, siendo *Acacia macracantha*, *Neltuma chilensis* y *Neltuma limensis* las más abundantes; además, se reportaron especies acompañantes como *Pluchea chingoyo*, *Baccharis salicifolia*, *Tecoma fulva* y *Bulnesia retama*. De manera complementaria, Whaley et al., (2010) catalogaron en Ica especies arbóreas del bosque seco de huarango como *Vachellia macracantha* (conocida localmente como espino en Ica y como huarango en Arequipa), *Parkinsonia aculeata* (uña de gato) y *Schinus molle* (molle), mientras que en la vegetación ribereña incluyeron árboles como *Salix humboldtiana* (sauce), *Tessaria integrifolia* (pájaro bobo), *Vachellia macracantha* y *Schinus molle*. Este patrón florístico guarda semejanza con la quebrada Jaguay-Manga-Pachana, donde el monte ribereño concentra la mayor riqueza y donde también destacan *Vachellia macracantha*, *Schinus molle*, *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis*, *Pluchea chingoyo* y *Baccharis salicifolia*.

Sandweiss et al., (1999) realizaron un estudio arqueológico en la zona de Jaguay, donde reportaron especies arbóreas como *Acacia macracantha* “huarango” y *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* “cahuato”, junto con especies de lomas como *Palaua* sp. y *Nolana* sp. También identificaron *Melocactus peruvianus*, posiblemente extinto en la zona. Una revisión preliminar menciona la presencia de *Haplorus peruviana* “ccasi”, colectada por Roque en 1996 (J. Roque 15018, USM 171623), categorizada como CR (en peligro crítico) en el D.S. 043-2006-AG. Este hallazgo fue corroborado y publicado como parte de los árboles nativos de Arequipa. Además, se registra a *Morella pavonis* “huacano” y *Alnus acuminata* “aliso”, especies prometedoras para programas de forestación y reforestación (SERFOR 2024a).

4.2. Tipos de vegetación

La flora y vegetación de la quebrada Jaguay-Manga-Pachana presenta un patrón similar al de otras quebradas del desierto costero, como los BES de Ica (Whaley et al., 2010) y, de manera más específica, a los huarangales evaluados por (Cuba-Cordova et al., 2023), donde las cinco parcelas mostraron que los bosques de huarango no están conformados únicamente por una sola especie dominante, sino por comunidades leñosas asociadas en las que *Acacia macracantha*, *Neltuma chilensis* y *Neltuma limensis* se acompañan de *Pluchea chingoyo*, *Baccharis salicifolia*, *Tecoma fulva* y *Bulnesia retama*. De forma semejante, en Jaguay-Manga-Pachana el monte ribereño constituye la unidad de vegetación más representativa y diversa, con 31 especies, y su estructura está dada principalmente por *Vachellia macracantha*, *Pluchea chingoyo*, *Baccharis salicifolia*, *Schinus molle* y *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis*. Asimismo, el patrón general también coincide con el monte ribereño y quebradas costeras

de Moquegua (Chicalla-Rios, 2017) y Tacna (Franco León et al., 2019) cuyos componentes catalogan a *Schinus*, *Vachellia*, *Prosopis* (*Neltuma*), *Baccharis*, *Salix* y *Morella* (*Myrica*). Además, presenta afinidad florística con la vegetación desértica del norte chileno, ya que el clima del suroccidente peruano es más apto para las plantas del norte chileno que para las que habitan el norte peruano (Weberbauer, 1945).

El bosque estacionalmente seco ribereño de la quebrada de Jaguay-Manga-Pachana enfrenta múltiples amenazas que comprometen su integridad ecológica y la biodiversidad que alberga. Un problema crítico es la construcción de la represa Arhata, que ha interrumpido el suministro de agua necesario para la supervivencia del bosque de Manga, el más grande de la región de Arequipa, con una extensión de 1,200 hectáreas de *Vachellia macracantha* "huarango" (El Pueblo 9 marzo 2022). Esta represa no solo afecta el bosque, sino también áreas agrícolas como el anexo de Pachana y el sector Jaguay, provocando una disminución en el agua que tradicionalmente fluye en la quebrada durante las épocas de lluvia y alimenta los afluentes subterráneos que irrigan estas áreas. Sin este suministro hídrico, la regeneración natural del bosque está en riesgo, exacerbada por las sequías inducidas por el cambio climático.

Además del impacto de la represa, el bosque enfrenta otros problemas graves, como la tala ilegal de *Vachellia macracantha* "huarango" para la producción de carbón y leña, lo que contribuye significativamente a la degradación del ecosistema. Además de estos usos, los pobladores locales suelen recolectar las vainas caídas del huarango, conocidas como "vainilla", para alimentar al ganado, lo que ejerce una presión adicional sobre el bosque. El cambio de uso de suelos forestales y de protección para la ampliación agropecuaria (SERFOR, 2019) es otro factor que reduce el área del bosque, transformando el terreno en zonas de cultivo y limitando el espacio para la regeneración natural. También se ha registrado un aumento en la acumulación de residuos sólidos en las áreas circundantes, lo que agrava el deterioro del ecosistema. En sectores como Pachana, el pastoreo intensivo degrada el suelo y la vegetación, reduciendo aún más la capacidad de regeneración del bosque. Todos estos factores, junto con los efectos del cambio climático, amenazan con alterar la estructura del bosque y provocar una pérdida significativa de biodiversidad. El bosque no está catastrado ni incluido formalmente en la lista sectorial de ecosistemas frágiles, lo que dificulta su protección. Por ello, se están implementando estrategias para su reconocimiento e inclusión en dicha lista, con el fin de garantizar su conservación y mitigar los efectos negativos de estas actividades antropogénicas.

Conclusiones

La quebrada Jaguay-Manga-Pachana alberga una flora vascular representativa del bosque estacionalmente seco ribereño del sur del Perú, con 57 especies distribuidas en 53 géneros y 25 familias, destacando Asteraceae, Poaceae y Fabaceae. Asimismo, la presencia de siete especies endémicas, cinco especies categorizadas en el D.S. 043-2006-AG, 21 especies incluidas en la Lista Roja de la UICN y cuatro especies en el apéndice II de CITES.

La evaluación de la vegetación mediante cinco parcelas permitió reconocer cinco unidades de vegetación: lomas, desierto con escasa vegetación, monte ribereño, zona agrícola y cardonal, siendo el monte ribereño la unidad más representativa y estructuralmente dominante. En esta unidad, *Vachellia macracantha*, *Pluchea chingoyo* y *Baccharis salicifolia* presentaron los mayores valores de importancia ecológica, confirmando que la estructura del bosque ribereño se organiza principalmente en torno a estas especies y que este conjunto constituye el componente central de la vegetación de la quebrada Jaguay-Manga-Pachana.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) por otorgarnos el permiso para el estudio del patrimonio forestal y, a través de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS) Arequipa, por la logística y el apoyo brindado mediante el personal de la oficina técnica. Agradecemos al *Herbarium Arequipense* HUSA de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, en especial al director del Herbario, MsC. Leoncio Claudio Mariño Herrera, a la curadora MsC. Cs. Carmen Rosa Chancayauri Vaca, y a los investigadores asociados Blgo. Eber David Quispe Anquise y Blgo. Mario Gabriel Castro Heredia, por facilitar el acceso a la colección botánica, el uso de equipos y el apoyo en el trabajo de gabinete. Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento al Herbario San Marcos del Museo de

Historia Natural Javier Prado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, especialmente a la jefa del Herbario, Dra. Joaquina Albán Castillo, y al personal, por brindar acceso a la colección botánica, lo que ha permitido enriquecer el estudio de la flora nativa en Arequipa. Finalmente, agradecemos a la Municipalidad Distrital de Mariscal Cáceres, la Municipalidad Provincial de Camaná y la Municipalidad Provincial de Condesuyos, con quienes coordinamos y realizamos verificaciones en campo para el establecimiento del ecosistema frágil en cuestión.

Financiamiento

El presente trabajo no contó con una fuente de financiamiento externa. La logística para el estudio sobre la inclusión en la lista sectorial de ecosistemas frágiles de Arequipa fue proporcionada por SERFOR a través de la ATFFS Arequipa.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Contribución de autores

Hinojosa-Talavera, M.A.: metodología, investigación, escritura (preparación del borrador final), redacción (revisión y edición).

Lima-Salazar, L.A.: conceptualización, recursos, visualización, redacción (revisión y edición).

Delgado-Cardenas, A.: supervisión, visualización, redacción (revisión y edición).

Referencias bibliográficas

- Acuña, R., & Weigend, M. (2017). A taxonomic revision of the western South American genus *Presliophytum* (Loasaceae). *Phytotaxa*, 329(1). <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.329.1.3>
- Andaluz, C. (2003). *Política y legislación para promover la lucha contra la desertificación y la pobreza en los bosques secos BT - I Congreso Internacional de Bosques Secos*.
- Chicalla-Rios, K. J. (2017). Adiciones a la flora y vegetación del departamento de Moquegua, Perú: cuencas del río Moquegua, río Tambo y quebradas costeras. *Revista Ciencia y Tecnología para el desarrollo*, 3(6), 36–54. <https://doi.org/10.37260/rctd.v3i6.91>
- Cuba-Cordova, Z. M., Loayza-Vargas, D., & Huamantupa-Chuquimaco, I. (2023). Diversidad, estructura y estado sanitario de las poblaciones de los bosques de Huarangales en el valle de Ica, sur peruano. *GENTRYANA*, 2(1), 46–61. <https://doi.org/10.55873/gentryana.v2i1.245>
- Depenthal, J., & Meitzner Yoder, L. S. (2017). Community Use and Knowledge of Algarrobo (*Prosopis pallida*) and Implications for Peruvian Dry Forest Conservation. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(1), 49. <https://doi.org/10.15359/rca.52-1.3>
- Franco León, J., Cáceres Musaja, C., & Sulca Quispe, L. (2019). Flora y vegetación del departamento de Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, 8, 23–30. <https://doi.org/10.33326/26176033.2004.8.143>
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. Tropical Science Center.
- Linares-Palomino, R. (2004a). Los bosques tropicales estacionalmente secos: I. El concepto de los bosques secos en el Perú. *Arnaldoa*, 11(1), 85–102.
- Linares-Palomino, R. (2004b). Los bosques tropicales estacionalmente secos: II. Fitogeografía y composición florística. *Arnaldoa*, 11(1), 103–138.
- Linares-Palomino, R., Huamantupa-Chuquimaco, I., Padrón, E., La Torre-Cuadros, M. de los Á., Roncal-Rabanal, M., Choquecota, N., Collazos, L., Elejalde, R., Vergara, N., & Marcelo Peña, J. L. (2022). Los bosques estacionalmente secos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 29(4), e21613. <https://doi.org/10.15381/rpb.v29i4.21613>

- MINAM. (2015a). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2015b). *Mapa nacional de cobertura vegetal: Memoria descriptiva*. Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2018). *Mapa nacional de ecosistemas del Perú: Memoria descriptiva*. Ministerio del Ambiente.
- Quipuscoa, V., Balvin, M., Treviño, I., Sinca, F., Bedoya, M., Rosado, G., & Huamaní, S. (2022). *Plantas vasculares endémicas de Arequipa – Perú*. Editorial UNSA.
- Sanchez-Azofeifa, A., Kalacska, M., Quesada, M., Calvo-Alvarado, J., Nassar, J. M., & Rodríguez, J. (2005). Tropical dry forests: The most endangered tropical forest. In *Seasonally dry tropical forests* (pp. 285–288). University of Cambridge Press.
- Sandweiss, D., Cano, A., Ojeda, B., & Roque, J. (1999). Pescadores paleoíndios del Perú. *Investigación y Ciencia*, 2–8.
- Sebastianelli, A., Spiller, D., Carmo, R., Wheeler, J., Nowakowski, A., Jacobson, L. V., Kim, D., Barlevi, H., Cordero, Z. E. R., Colón-González, F. J., Lowe, R., Ullo, S. L., & Schneider, R. (2024). A reproducible ensemble machine learning approach to forecast dengue outbreaks. *Scientific Reports*, 14(1), 3807. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52796-9>
- SERFOR. (2019). *Restauración de paisajes en el Perú: Sitios prioritarios y evaluación de oportunidades*. SERFOR.
- Siyum, Z. G. (2020). Tropical dry forest dynamics in the context of climate change: Syntheses of drivers, gaps, and management perspectives. *Ecological Processes*, 9, 25. <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00231-1>
- Smith, K. F., & Guégan, J.-F. (2010). Changing Geographic Distributions of Human Pathogens. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41(1), 231–250. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144634>
- Stan, K., & Sanchez-Azofeifa, A. (2019). Tropical Dry Forest Diversity, Climatic Response, and Resilience in a Changing Climate. *Forests*, 10(5), 443. <https://doi.org/10.3390/f10050443>
- UNEP-WCMC. (2024). *The Checklist of CITES Species Website*. CITES Secretariat. <https://checklist.cites.org/#/en>
- Weberbauer, A. (1945). *El mundo vegetal de los Andes peruanos. Estudio fitogeográfico*. Estación Experimental Agrícola de La Molina.
- Whaley, O., Orellana, A., Pérez, E., Tenorio, M., Quinteros, F., Mendoza, M., & Pecho, O. (2010). *Plantas y vegetación de Ica, Perú: Un recurso para su restauración y conservación*. Royal Botanic Gardens, Kew / Darwin Initiative.

Apéndice 1. Catálogo taxonómico de la flora vascular en la quebrada Jaguay-Manga-Pachana por forma de crecimiento y unidad de vegetación (L: lomas, D: desierto, M: monte ribereño, Z: zona agrícola, C: cardonal).

Taxa	Forma de crecimiento	L	D	M	Z	C
FAMILIA AMARANTHACEAE						
<i>Atriplex rotundifolia</i> Dombey ex Moq.	arbusto		X	X		
<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth	hierba			X	X	
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	hierba			X	X	
FAMILIA ANACARDIACEAE						
<i>Haplorhus peruviana</i> Engl.	árbol			X		
<i>Schinus molle</i> L.	árbol			X		
FAMILIA APIACEAE						
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	hierba			X		
FAMILIA ASTERACEAE						
<i>Ambrosia artemisioides</i> Meyen & Walp.	arbusto		X	X		
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	arbusto			X		
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	arbusto			X		
<i>Baccharis scandens</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	arbusto			X		
<i>Bidens pilosa</i> L.	hierba			X	X	
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	hierba				X	
<i>Pluchea chingoyo</i> (Kunth) DC.	arbusto			X		
<i>Pseudognaphalium dombeyanum</i> (DC.) Anderb.	hierba			X		
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	hierba				X	
<i>Trixis cacalioides</i> (Kunth) D. Don	arbusto		X	X		
FAMILIA BETULACEAE						
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	árbol				X	
FAMILIA BIGNONIACEAE						
<i>Tecoma fulva</i> subsp. <i>arequipensis</i> (Sprague) J.R.I. Wood	árbol			X		
FAMILIA BORAGINACEAE						
<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	hierba	X	X			
<i>Tiquilia paronychioides</i> (Phil.) A.T. Richardson	hierba	X		X	X	
FAMILIA CACTACEAE						
<i>Haageocereus decumbens</i> (Vaupel) Backeb.	arbusto		X			
<i>Islaya islayensis</i> (Förster) Backeberg,	hierba	X				
<i>Loxanthocereus gracilis</i> (Akers & Buining) Backeberg	arbusto	X	X			
<i>Neoraimondia arequipensis</i> (Meyen) Backeb.	árbol					X
FAMILIA CAMPANULACEAE						
<i>Lobelia decurrens</i> L.	arbusto			X		
FAMILIA CYPERACEAE						
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	hierba			X		
<i>Rhodoscirpus asper</i> (J. Presl & C. Presl) Lév.-Bourret, Donadio & J.R. Starr	hierba			X		
<i>Schoenoplectus americanus</i> (Pers.) Volkart ex Schinz & R. Keller	hierba			X		
FAMILIA EPHEDRACEAE						
<i>Ephedra americana</i> Willd.	arbusto			X		
FAMILIA EQUISETACEAE						
<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	hierba			X		
FAMILIA EUPHORBIACEAE						
<i>Euphorbia serpens</i> Kunth	hierba				X	
<i>Ricinus communis</i> L.	árbol			X	X	
FAMILIA FABACEAE						
<i>Dalea cylindrica</i> Hook.	hierba				X	
<i>Lupinus</i> sp.	hierba				X	
<i>Otholobium glandulosum</i> (L.) J.W. Grimes	arbusto			X	X	
<i>Trifolium repens</i> L.	hierba				X	

<i>Vachellia macracantha</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger	árbol			X		
FAMILIA JUNCACEAE						
<i>Juncus bufonius</i> L.	hierba			X		
FAMILIA LOASACEAE						
<i>Presliophytum arequipense</i> Weigend	hierba	X				
FAMILIA MALVACEAE						
<i>Tarasa rahmeri</i> Phil.	hierba	X				
FAMILIA MYRICACEAE						
<i>Morella pavonis</i> (C. DC.) Parra-Os.	árbol			X		
FAMILIA PAPAVERACEAE						
<i>Argemone subfusiformis</i> G.B. Ownbey	hierba			X	X	
FAMILIA PLANTAGINACEAE						
<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	hierba			X		
FAMILIA POACEAE						
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	hierba				X	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	hierba				X	
<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	hierba				X	
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	hierba			X		
<i>Poa annua</i> L.	hierba				X	
<i>Polypogon interruptus</i> Kunth	hierba				X	
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	hierba				X	
FAMILIA SOLANACEAE						
<i>Nolana</i> sp.	hierba	X				
<i>Nolana thinophila</i> I.M. Johnst.	hierba	X				
<i>Solanum nigrum</i> L.	hierba				X	
<i>Solanum peruvianum</i> L.	hierba				X	
FAMILIA TYPHACEAE						
<i>Typha angustifolia</i> L.	hierba			X		
FAMILIA VERBENACEAE						
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	hierba				X	
FAMILIA ZYGOPHYLLACEAE						
<i>Fagonia chilensis</i> Hook. & Arn.	hierba				X	

Apéndice 2. Atributos estructurales de la flora vascular evaluada en 5 parcelas ordenada de menor a mayor I.V.I. en la quebrada Jaguay-Manga-Pachana (D.A.: dominancia absoluta, D.R.: dominancia relativa, F.A.: frecuencia absoluta, F.R.: frecuencia relativa, A.A.: abundancia absoluta, A.R.: abundancia relativa).

Taxa	D.A.	D.R.	F.A.	F.R.	A.A.	A.R.	I.V.I. 300%	I.V.I. 100%
<i>Haageocereus decumbens</i>	1	0.003	1	0.038	2.2	0.007	0.049	1.6
<i>Trixis cacalioides</i>	1	0.003	1	0.038	2.2	0.007	0.049	1.6
<i>Morella pavonis</i>	2	0.007	1	0.038	2.2	0.007	0.053	1.8
<i>Dalea cylindrica</i>	1	0.003	1	0.038	4.4	0.015	0.057	1.9
<i>Tarasa rahmeri</i>	1	0.003	1	0.038	4.4	0.015	0.057	1.9
<i>Haplorhus peruviana</i>	4	0.014	1	0.038	6.7	0.022	0.075	2.5
<i>Islaya islayensis</i>	1	0.003	1	0.038	15.6	0.052	0.094	3.1
<i>Ephedra americana</i>	2	0.007	1	0.038	22.2	0.074	0.120	4.0
<i>Tecoma fulva</i> subsp. <i>arequipensis</i>	20	0.070	3	0.115	20.0	0.067	0.252	8.4
<i>Schinus molle</i>	19	0.066	3	0.115	24.4	0.081	0.263	8.8
<i>Baccharis salicifolia</i>	15	0.052	3	0.115	71.1	0.237	0.405	13.5
<i>Pluchea chingoyo</i>	80	0.279	4	0.154	68.9	0.230	0.662	22.1
<i>Vachellia macracantha</i>	140	0.488	5	0.192	55.6	0.185	0.865	28.8