

TRABAJOS ORIGINALES

Presentado: 20/02/2020
Aceptado: 25/02/2021
Publicado online: 25/02/2021
Editor: César Arana

Autores

Kent Jonathan Chicalla-Rios
kentjcr@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6549-9936>

Correspondencia

*Corresponding author

Universidad José Carlos Mariátegui, Av. Ejército MZ. N
LT. 02 PJ. San Francisco, Moquegua, Perú.

Citación

Chicalla-Rios KJ. 2021. Comunidades vegetales del matorral desértico en las cuencas de los ríos Tambo y Moquegua en el sur de Perú. Revista peruana de biología 28(1): e17497 (Febrero 2021). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v28i1.17497>

Comunidades vegetales del matorral desértico en las cuencas de los ríos Tambo y Moquegua en el sur de Perú

Plant communities of the desert shrubland in the Tambo and Moquegua rivers basins in the southern Peru

Resumen

Se presenta un estudio sobre la composición florística, clasificación fitosociológica, ecología y bioclimatología de las comunidades vegetales de los ambientes desérticos en las cuencas de los ríos Tambo y Moquegua en la región Moquegua, ubicado al sur de Perú a una altitud que varía entre los 1350 y 3200 m de altitud. Se realizaron 94 levantamientos fitosociológicos en campo siguiendo la metodología de Braun-Blanquet adaptada por Montesinos-Tubée, se aplicaron los softwares TWINSPLAN 2.3 para clasificar la vegetación y CANOCO 4.5 para el análisis de DCA con variables ambientales. En la clasificación bioclimática se siguió la metodología de Rivas-Martínez. Como resultados se registran 181 especies de plantas divididas en 132 géneros y 48 familias, de las cuales 32 especies son endémicas y 121 son nativas. El análisis y clasificación de la vegetación dan como resultado la descripción de tres asociaciones, cinco subasociaciones nuevas y dos comunidades dentro de la nueva alianza *Ambrosio artemisioidis-Weberbauerocerion torataensis* perteneciente al orden *Oreocereo leucotrichi-Neoraimondietalia arequipensis* y clase *Opuntietea sphaericae*. Se halló dos pisos bioclimáticos tropicales: Termotropical y Mesotropical en combinación con cuatro niveles de humedad u ombroclimas: Ultrahiperárido, Hiperárido, Árido y Seco. La vegetación de los ambientes áridos en la región Moquegua es variada y restringida a las cuencas hidrográficas de los ríos Tambo y Moquegua, alcanzando una mayor diversidad y cobertura gracias a las precipitaciones extraordinarias del ciclo El Niño Oscilación Sur.

Abstract

We present a study of the floristic composition, phytosociological classification, ecology, and bioclimatology of the plant communities of desert environments between 1350 and 3200 m elevation, in Tambo and Moquegua rivers basins, of Moquegua region in the southern Peru. Following Braun-Blanquet method adapted by Montesinos-Tubée, 94 phytosociological surveys were carried out. TWINSPLAN 2.3 software was applied to classify vegetation and CANOCO 4.5 for DCA analysis with environmental variables. Rivas-Martínez method was followed to bioclimatic classification. The results show 181 plant species, divided in 132 genera and 48 families, which 32 species are endemic and 121 are native. The vegetation analysis and classification describe three associations, five new sub-associations and two communities within the new *Ambrosio artemisioidis-Weberbauerocerion torataensis* alliance belonging to the order *Oreocereo leucotrichi-Neoraimondietalia arequipensis* and class *Opuntietea sphaericae*. Two tropical bioclimatic classifications were found: Termotropical and Mesotropical in combination with four levels of humidity or ombroclimates: Ultrahyperarid, Hyperarid, Arid, and Dry. The vegetation of arid environments in Moquegua is diverse and restricted to the hydrographic basins of Tambo and Moquegua rivers, reaching greater diversity and coverage thanks to the extraordinary rainfall of El Niño South Oscillation cycle.

Palabras clave:

Moquegua; fitosociología; Matorral desértico; *Opuntietea sphaericae*; *Oreocereo leucotrichi-Neoraimondietalia arequipensis*.

Keywords:

Moquegua; phytosociology; Desert scrub; *Opuntietea sphaericae*; *Oreocereo leucotrichi-Neoraimondietalia arequipensis*.

Introducción

Las plantas y vegetación de los ecosistemas del desierto sur peruano y norte chileno han sido poco estudiadas (Hoffmann et al. 2015), principalmente por las escasas oportunidades en que esta biodiversidad se ha manifestado en su totalidad, numerosas especies anuales entre nativas y endémicas solo se desarrollan en épocas de lluvias extraordinarias que se ven influenciadas directa o indirectamente por el ciclo El Niño Oscilación Sur (ENOS), fenómeno de aguas cálidas anómalas que afectan la zonas costeras occidentales de Sudamérica, aumentando la diversidad y cobertura vegetal (Hoffmann et al. 2015, Talavera et al. 1999, Jaimes 1999, Dillon & Rundel 1989). Así, se desarrolla una flora efímera compuesta por herbáceas, gramíneas, sufrutices y subarborescentes (Weberbauer 1945, Chicalla-Rios 2017), transformando los cerros y planicies semidesérticas en ambientes paisajísticamente similares a las lomas (Huber & Riina 1997) en la época húmeda de este sector costero. Con ello también se da la posibilidad de renovar los ciclos de vida para la biodiversidad interactuante como la fauna silvestre y también para la trashumancia histórica (Díez de San Miguel 1964).

Estudios florísticos en ambientes desérticos y semidesérticos entre la costa y la zona pre-andina de la región Moquegua se han realizado por Weberbauer (1945), Arakaki y Cano (2001, 2003), Schwarzer et al. (2010), Valeriano y Montesinos-Tubée (2016) y Chicalla-Rios (2017) reportando varias especies de cactáceas endémicas, herbáceas y algunos arbustos perennes. En el contexto biogeográfico y fitosociológico existen aproximaciones por Galán de Mera y Orellana (1996), Galán de Mera y Gómez (2003), Galán de Mera et al. (2002, 2009) y Montesinos-Tubée et al. (2012) que se han realizado para el sur del Perú. Trabajos en regiones próximas al área de estudio fueron realizados al norte de Chile por Luebert y Gajardo (2000, 2005), Navarro y Rivas-Martínez (2005) y Luebert y Plischoff (2017), sin embargo, no se había descrito con detalle la ecología y distribución de la vegetación para este gran sector y su relación con las cuencas hidrográficas a las que pertenecen, en el que influye además la actividad histórica del volcán Huaynaputina, las condiciones regionales del desierto de Atacama y los Andes centrales.

En este trabajo se da a conocer la bioclimatología, florística, sintaxonomía, ecología, y distribución de la vegetación del matorral desértico en las cuencas de los ríos Tambo y Moquegua ubicadas en la región de Moquegua (sur del Perú) en una gradiente altitudinal entre los 1350 a 3200 m de altitud.

Material y métodos

Área de estudio.- Los levantamientos fitosociológicos se ubicaron a lo largo de las cuencas del río Tambo y río Moquegua entre los 1350 – 3200 m (Fig. 1), ambas cuencas pertenecen a las vertientes occidentales andinas sur peruanas entre 16°27'23.61"S a 17°09'05.90"S y 70°42'10.40"W a 70°56'29.64"W, políticamente el área de estudio corresponde a la región de Moquegua al sur

del Perú. En estas altitudes (1200 – 3200 m) se pueden observar montañas, cerros áridos, colinas y laderas casi desprovistas de vegetación. Adyacente a los ríos permanentes se desarrolla una actividad agrícola tradicional de bajo riego y secano como única actividad productiva (ONERN 1974, 1976) y ampliamente extendida hasta el nivel del mar.

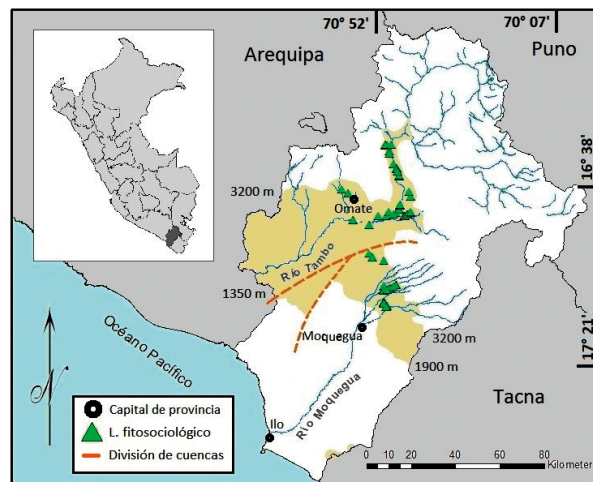


Figura 1. Área de estudio, se muestra los 94 levantamientos fitosociológicos realizados en las cuencas de los ríos Tambo y Moquegua en la región de Moquegua, el área sombreada representa la probable distribución geográfica de la alianza *Ambrosio artemisioidis-Weberbauerocerion torataensis* en base a los registros de altitud en este estudio.

En todo el curso de los ríos Tambo y Moquegua se encuentran depósitos volcánicos del Terciario-cuaternario y Cretáceo-Terciario Inferior. Mientras que, en las amplias zonas desérticas y semidesérticas existen depósitos del Jurásico Superior y Cretáceo Inferior (sobre todo en la cuenca Tambo), depósitos del Terciario Inferior, Cuaternario y Triásico Superior-Jurásico Inferior a Medio con Materiales de tipo intrusivo en afloramientos del Cretáceo Superior-Terciario Inferior (Alegre y Tamayo 2004). Los suelos con material pómez en la cuenca Tambo producto de la erupción del volcán Huaynaputina en el año 1600 DC (Schwarzer et al. 2010) son particulares e influyen en el paisaje (Chicalla-Rios 2017), estos suelos se caracterizan por ser muy sueltos, con profundidades generalmente mayores a un metro, pobres en nutrientes y de pH ligeramente ácido (Schwarzer et al. 2010).

Muestreo.- Se realizaron 94 levantamientos fitosociológicos siguiendo la metodología de Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet 1979) y modificado por Montesinos-Tubée et al. (2015a). Se realizaron observaciones en cuadrantes y transectos de tamaños que variaron entre los 21 y 720 m², en lugares visualmente homogéneos de vegetación en temporadas secas y húmedas entre los años 2015 al 2018 (Anexo 1). En cada levantamiento fitosociológico se tomaron datos de ubicación en coordenadas geográficas, altitud respecto al nivel de mar (m) y orientación según puntos cardinales con un equipo GPS, la pendiente del terreno se midió en grados con un

clinómetro, la profundidad del suelo (cm) con ayuda de un barreno milimetrado, cobertura de cada especie, rocas, piedras, cobertura vegetal total, materia orgánica, musgos, líquenes y hongos en porcentajes (1 - 100%), textura de suelo superficial (arcilloso, arenoso, y limoso) tomando nota del material pómez y la presencia de estiércol y carbón vegetal en datos categóricos (1 - 3). Todos los datos de cobertura, categóricos y de textura de suelo fueron estimados en campo.

La determinación taxonómica se realizó en campo y gabinete utilizando claves dicotómicas y descripciones botánicas, comparaciones de herbario e ilustraciones de especies según la literatura consultada (Brako & Zarucchi 1993, Schwarzer et al. 2010, Montesinos-Tubée 2015a, Galán de Meta et al. 2019, Gobierno Regional de Tacna 2007 y Pauca-Tanco y Quipuscoa 2020). Se aplicó la consulta por medio de validación de nombres según bases de datos actualizadas y disponibles en línea: Trópicos (www.tropicos.org/Project/PEC), The International Plant Names Index (www.ipni.org), JSTOR (<http://plants.jstor.org/>) y The Plant List (www.theplantlist.org). Los especímenes colectados fueron depositados en el Herbario del Museo de Historia Natural (USM) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Análisis de datos y clasificación.- Los datos de cobertura de las especies fueron tratados con TWINSPLAN 2.3 (Hill 1979) transformándolas para el cálculo y ordenamiento en escalas ordinales: 0 - 2% = 1, 2 - 3% = 2, 3 - 4% = 3, 4 - 8% = 4, 8 - 18% = 5, 18 - 38% = 6, 38 - 68% = 7, 68 - 88% = 8 y 88 - 100% = 9. El resultado se traduce en una tabla sinóptica que se utilizó para el análisis sintaxonómico con la literatura vigente y el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Weber et al. 2000) para nombrar los sintaxones nuevos. Se realizó un Análisis de Correspondencia sin Tendencia (DCA) con el programa CANOCO 4.5 (Ter Braak & Šmilauer 2002) para conocer la correlación de las unidades sintaxonómicas resultantes con las variables ambientales.

Bioclimatología.- Se utilizó la metodología universal bioclimática de Rivas-Martínez y Rivas-Saenz (2019), donde, el índice de termicidad ($It = [T + M + m] / 10$) es definida por la temperatura media anual, tem-

peratura media máxima y mínima del mes más frío de un año; y los tipos de intervalos de humedad (mm) u ombroclimas dado por la precipitación media anual. Kuentz et al. (2007), Galán de Mera et al. (2010) y Montesinos-Tubée (2015b) han utilizado esta metodología en el sur del Perú, por ello, en base al análisis de los registros pluviométricos y temperatura de siete estaciones meteorológicas ubicadas en las cuencas de los ríos Moquegua y Tambo (ONERN 1974, 1976; SENAMHI 2018; ANA 2018) con un periodo mínimo de tres y máximo de 85 años (1931-2016) se han diagnosticado dos pisos bioclimáticos tropicales para la región de Moquegua: Termotropical ($It = 490 - 690$), Mesotropical ($It = 320 - 490$), en combinación con cuatro niveles de humedad u ombroclimas: Ultrahiperárido ($P < 20$), Hiperárido ($P < 20 - 40$), Árido ($P < 40 - 100$) y Seco ($P < 200 - 360$), que dan por resultado cinco combinaciones bio-ombroclimáticas: 1. Termotropical ultrahiperárido, 2. Termotropical hiperárido, 3. Termotropical árido, 4. Mesotropical árido, 5. Mesotropical seco (Tabla 1).

Resultados y discusión

Florística y distribución.- En los 94 levantamientos fitosociológicos realizados en las cuencas de los ríos Tambo y Moquegua se registraron 181 especies de plantas, comprendidas en 132 géneros y 48 familias que se desarrollan en el matorral desértico (Tabla 2). Los géneros con mayor número de especies en orden de mayor a menor fueron *Solanum* (Solanaceae), *Cheilanthes* (Pteridaceae), *Dalea* (Fabaceae), *Senecio* (Asteraceae), *Cistanthe* (Portulacaceae), *Cumulopuntia* (Cactaceae), *Eragrostis* (Poaceae), *Euphorbia* (Euphorbiaceae), *Fuertesimalva* (Malvaceae) y *Oxalis* (Oxalidaceae), el resto de los géneros cuenta con menos de dos especies (Tabla 3).

Entre las especies que se han registrado, 120 (66%) son especies nativas (propias) de los Andes; 32 (18%) endémicas del Perú, la gran mayoría propias del matorral desértico; 15 (8%) sin categoría de distribución y 14 (8%) cosmopolitas. Las familias con mayor número de endemismos fueron Cactaceae con ocho especies, seguida de Solanaceae con cinco y Asteraceae con cuatro, el resto de familias tiene menos de dos especies.

Tabla 1. Pisos bioclimáticos y ombroclimas para el matorral desértico en las cuencas de los ríos Tambo y Moquegua (región de Moquegua) con la metodología de Rivas-Martínez y Rivas-Saenz (2019). T: temperatura media anual (°C), M: temperatura media de las máximas del mes más frío (°C), m: temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C), P: precipitación media anual (mm), It: índice de termicidad.

Estación meteorológica	Coordenadas geográficas	Altitud	T	M	m	P	It	Piso bioclimático y ombroclima
Moquegua	17°10'S, 70°55'O	1450	19	27	9	6	546	Termotropical ultrahiperárido
La Capilla	17°41'S, 71°23'O	1800	17	25	7,7	25	497	Termotropical hiperárido
Quinistaquillas	16°44'S, 70°52'O	1850	21	28	9,4	63,4	578	Termotropical árido
Yacango	17°41'S, 71°23'O	2061	17	23	10	48,3	493	Termotropical árido
Omate	16°40'S, 70°58'O	2186	17	25	6,3	65,3	483	Mesotropical árido
Carumas	16°48'S, 70°41'O	2985	17	20	5,3	247	421	Mesotropical seco
Puquina	17°41'S, 71°23'O	3109	15	20	8,3	229	434	Mesotropical seco
Calacoa	16°44'S, 70°40'O	3260	14	20	1,8	417	347	Mesotropical subhúmedo

Tabla 2. Número de familias, géneros, especies y endemismos representativos del matorral desértico en la región de Moquegua.

Familia	Géneros	Especies	Endemismos
Asteraceae	26	35	3
Cactaceae	13	20	7
Poaceae	11	13	-
Solanaceae	6	10	3
Fabaceae	6	9	1
Boraginaceae	4	8	1
Pteridaceae	4	7	-
Malvaceae	4	7	-
Euphorbiaceae	3	5	-
Amaranthaceae	3	5	2
Bromeliaceae	2	4	1
Portulacaceae	2	4	1
Loasaceae	2	3	1
Orobanchaceae	1	1	1
Caryophyllaceae	1	2	1
Passifloraceae	1	2	2
Portulacaceae	2	4	1
Otros	41	42	7
Total	132	181	32

En cuanto a la distribución de los endemismos considerando elementos de la clase *Opuntietea sphaericae* y acompañantes de otras clases presentes por unidad de vegetación se resalta a la asociación *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* y la Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* frente a las demás unidades como las más ricas en endemismos, estas unidades son exclusivas la cuenca del río Tambo. En las cinco unidades de vegetación, las especies nativas dominan la composición florística (Fig. 2).

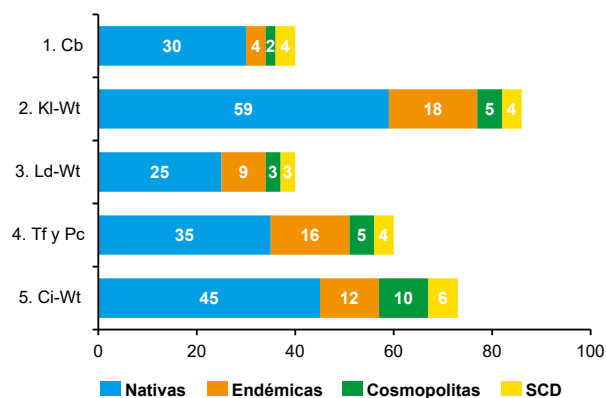


Figura 2. Cantidad de especies según su categoría de distribución por unidad de vegetación en el matorral desértico de la región de Moquegua. SCD: Sin categoría de distribución. 1. Cb: Comunidad de *Corryocactus brevistylus*, 2. Kl-Wt: *Kramerio lappaceae* -*Weberbauerocereetum torataensis*, 3. Ld-Wt: *Larreo divaricatae-Weberbauerocereetum torataensis*, 4. Tf y Pc: Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* y 5. Ci-Wt: *Cistantho paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis*.

Algunas de las especies clasificadas como “sin categoría de distribución” son individuos determinados a nivel de género con posibilidad de ser nuevas especies para la ciencia, las demás deben confrontarse con sus especies afines.

Sintaxonomía.- En base a 94 levantamientos fitosociológicos realizados entre los 1350 y 3200 m de altitud en las cuencas de los ríos Tambo y Moquegua, y por las plantas características ocurrentes, la vegetación se asigna al tipo matorral desértico, proponiéndose el siguiente esquema sintaxonómico:

Clase: *Opuntietea sphaericae* Galán de Mera y Vicente Orellana 1996

Orden: *Oreocereo leucotrichi-Neoraimondietalia arequipensis* Galán de Mera y Vicente Orellana 1996

Tabla 3. Detalle de géneros con mayor número de especies del matorral desértico en la región de Moquegua.

Géneros	Cantidad de Especies	Especies
Solanum	5	<i>Solanum acroscopicum</i> , <i>S. fragile</i> , <i>S. peruvianum</i> , <i>S. pennellii</i> , <i>S. paposanum</i>
Cheilanthes	4	<i>Cheilanthes fractifera</i> , <i>C. pruinata</i> , <i>C. incarum</i> , <i>C. peruviana</i>
Dalea	4	<i>Dalea onobrychis</i> , <i>D. cylindrica</i> , <i>D. exilis</i> , <i>D. moquehuana</i>
Senecio	4	<i>Senecio phylloleptus</i> , <i>S. tovari</i> , <i>S. yurensis</i> , <i>S. cf. dryophyllus</i>
Cistanthe	3	<i>Cistanthe celosioides</i> , <i>C. paniculata</i> , <i>C. sp.</i>
Cumulopuntia	3	<i>Cumulopuntia dimorpha</i> , <i>C. cf. unguispina</i> , <i>C. sp.</i>
Eragrostis	3	<i>Eragrostis lurida</i> , <i>E. nigricans</i> , <i>E. weberbaueri</i>
Euphorbia	3	<i>Euphorbia hinkleyorum</i> , <i>E. meyeniana</i> , <i>E. serpens</i>
Fuertesimalva	3	<i>Fuertesimalva chilensis</i> , <i>F. peruviana</i> , <i>F. sp.</i>
Oxalis	3	<i>Oxalis laxa</i> var. <i>hispidissima</i> , <i>O. megalorizza</i> , <i>O. nubigena</i>
Otros	146	

Alianza: *Ambrosia artemisioidis-Weberbauerocercion torataensis* Chicalla-Rios 2020 all. nov.

1. Comunidad de *Corryocactus brevistylus*

2. *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* Chicalla-Rios 2020 ass. nov.

2.1. *gochnatietosum arequipensis* Chicalla-Rios 2020 subass. nov.

2.2. *corryocactetosum auris* Chicalla-Rios 2020 subass. nov.

3. *Larreo divaricatae-Weberbauerocereetum torataensis* Chicalla-Rios 2020 ass. nov.

4. Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis*

5. *Cistantho paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* Chicalla-Rios 2020 ass. nov.

5.1. *cryptantetosum peruviana* Chicalla-Rios 2020 subass. nov.

5.2. *daleetosum moquehuanae* Chicalla-Rios 2020 subass. nov.

5.3. *alternantheretosum arequipensis* Chicalla-Rios 2020 subass. nov.

Descripción de las comunidades vegetales.- La clase *Opuntietea sphaericae* y su orden *Oreocerealeu-cotrichi-Neoraimondietalia arequipensis* Galán de Mera & Vicente Orellana 1996 representan a la vegetación neotropical de tipo cardonal ubicada en las vertientes occidentales secas de los Andes centrales entre las regiones centro-sur peruanas y el norte chileno. Las especies diagnósticas de unidades superiores que se encontraron fueron *Ambrosia artemisioides*, *Armatocereus riomajensis*, *Browningia candelaris*, *Corryocactus brevistylus*, *Haegeocereus platinospinus*, *Oreocereus hempelianus*, *Neoraimondia arequipensis* y *Tarasa operculata*.

Alianza: *Ambrosia artemisioidis-Weberbauerocercion torataensis* Chicalla-Rios all. nov. (Apéndice 2)

Typus: *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* Chicalla-Rios 2020 ass. nov.

[Piso de *Cereus* y *Franseria* de los valles de Moquegua, Torata y Coscori (Weberbauer 1945)]

Especies características: *Aphyllocladus denticulatus*, *Cumulopuntia dimorpha*, *Encelia canescens* y *Weberbauerocereus torataensis*. La alianza consta de tres asociaciones, cinco subasociaciones y dos comunidades.

Distribución y ecología: Altitud 1350 – 3200 m, en las cuencas de los ríos Moquegua y Tambo. La vegetación se desarrolla en los pisos Termotropical ultrahiperárido-hiperárido-árido y Mesotropical árido.

Fisionomía: La nueva alianza se caracteriza por la notable presencia del cactus columnar endémico *Weberbauerocereus torataensis* y el arbusto nativo *Ambrosia artemisioides*. En general el aspecto es de un matorral de porte mediano (<2 m) disperso con cactáceas columnares (<4 m). En la temporada seca la cobertura es baja a

mediana, pero en la temporada de lluvias extremas llega a ser muy alta (~100%) compuesta principalmente por gramíneas y herbáceas de baja altura (<0.5 m).

1. Comunidad de *Corryocactus brevistylus*. (Apéndice 2, Levantamiento 1-8, Lev. Typus 2)

Especies representativas: *Croton ruizianus* y *Corryocactus brevistylus*. Especies diferenciales: *Bromus catharticus*, *Cumulopuntia* sp., *Fuertesimalva chilensis*, *Lepidium strictum*, *Mulguraea arequipensis*, *Pectocarya linearis*, *Plantago* sp., *Schinus molle*, *Sonchus oleraceus* y *Tagetes multiflora*.

Distribución y ecología: Altitud 2550 – 3200 m, pisos Mesotropical árido-seco de la cuenca del río Moquegua, entre el poblado de Otorá hasta arriba del sector de Camata. La comunidad se desarrolla en laderas y quebradas de inclinación baja a moderada (18 – 45°) orientadas preferentemente hacia el oeste sobre suelos limosos y arcillosos con una profundidad relativamente baja (1 – 9 cm) debido al afloramiento rocoso de hasta 70% de cobertura y cobertura de piedras (70%) cuando las rocas están ausentes; la materia orgánica en estos sectores tiene poca cobertura (4 – 15%) aunque se ha registrado la presencia mínima de estiércol y carbón vegetal. Hacia su límite superior esta vegetación entra en contacto con comunidades de *Diplostephium tacorense* perteneciente posiblemente a una Prepuna seca-subhúmeda de la clase *Echinopsio shoenii-Proustietalia cunefoliae* (Montesinos-Tubée et al. 2012). En su límite inferior bajo contacto con *Cistantho paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* (Fig. 3).

Fisionomía y composición: Cardonal mediano con arbustos bajos semidispersos con una cobertura que varía entre 25 y 95% considerando su cobertura máxima luego de lluvias extremas. Entre las especies que componen el estrato alto se encuentran al árbol *Schinus molle* (escaso) y con mayor presencia a los cactus columnares de *Corryocactus brevistylus* y *Weberbauerocereus torataensis*; en el estrato medio, arbustos de *Ambrosia artemisioides*, *Croton ruizianus*, *Lophopappus tarapacanus*, *Solanum peruvianum*, *Senecio tovari*, *Senecio dryophyllus*, *Tarasa operculata*, y *Viguiera lanceolata*; el estrato bajo se compone por *Cumulopuntia* sp. y las anuales *Aristida adscensionis*, *Fuertesimalva chilensis*, *Bryantiella glutinosa*, *Lepidium strictum*, *Pectocarya linearis*, *Plantago* cf. *limensis*, *Sonchus oleraceus* y *Tagetes multiflora*.

2. *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* Chicalla-Rios ass. nov. (Apéndice 2, Lev. 9-40, Lev. Typus 20)

Especies características: *Eragrostis weberbaueri*, *Krameria lappacea* y *Mentzelia scabra* subsp. *chilensis*. Las siguientes especies son consideradas diferenciales de otras unidades fitosociológicas: *Anredera diffusa*, *Austrocylindropuntia subulata*, *Balbisia meyeniana*, *Ephedra americana*, *Portulaca pilosa* y *Senecio tovari*.

Distribución y ecología: Altitud 2360-3200 m s.n.m., pisos Mesotropical árido-seco en la cuenca del río Tambo, entre los alrededores del valle de Matalaque y sec-

tores bajos del poblado de San Cristóbal. Este tipo de vegetación se asienta sobre diversas topografías; desde planicies hasta laderas muy pronunciadas (2 – 80°) con variada orientación; se desarrolla mayormente en suelos arenosos con piedra pómez y es menor en suelos limosos y arcillosos; profundidad del suelo variable (0 – 60 cm); la cobertura de rocas por lo general es baja (0 – 25%) y solo en un sector fue elevada (95%); la cobertura de piedras es muy variada (1 – 85%); la cobertura de materia orgánica es en promedio baja (1 – 25%) y niveles de carbón vegetal y estiércol ínfimos (Fig. 4).

Fisionomía y composición: Cardonal alto y arbustos semidispersos con una cobertura que varía entre 15 – 92% considerando su cobertura máxima en el periodo de lluvias extremas. En el estrato alto y de manera abundante encontramos a *Weberbauerocereus torataensis* y cactus con poca presencia: *Armatocereus riomajensis*, *Austrocylindropuntia subulata*, *Corryocactus brevistylus*,

Trichocereus schoenii y *Oreocereus leucotrichus*. El estrato medio se compone principalmente por arbustos de *Ambrosia artemisioides*, *Balbisia meyeniana*, *Corryocactus aureus*, *Encelia canescens*, *Ephedra americana*, *Gochnatia arequipensis*, *Jatropha macrantha*, *Mentzelia scabra* var. *chilensis*, *Puya cylindrica*, *Senecio tovari*, *Stipa plumosa*, *Tarasa operculata* y *Viguiera lanceolata*. El estrato bajo es dominado por la cactácea *Cumulopuntia dimorpha*; helechos debajo de rocas como *Argyrochosma nivea*, *Astrolepis sinuata*, *Cheilantes pruinata* y *Pellaea ternifolia*; *Anredera diffusa* creciendo en zonas rocosas de pendientes pronunciadas; herbáceas y gramíneas en su mayoría anuales: *Aristida adscencionis*, *Chondrosium simplex*, *Dalea exilis*, *Eragrostis nigricans*, *E. weberbaueri*, *Euphorbia hinkleyorum*, *Fuertesimalva chilensis*, *Gilia laciniata*, *Lep toglossis albiflora*, *Moninna pterocarpa*, *Oxalis megalorriza*, *Portulaca pilosa*, *Senecio yurensis*, *Solanum peruvianum* y *Tagetes multiflora*; *Tillandsia capillaris* es la única epífita creciendo sobre arbustos y cactus columnares.



Figura 3. Fisionomía de la Comunidad de *Corryocactus brevistylus* a 3200 m de altitud en temporada seca (A) y húmeda (B) en la cuenca del río Moquegua, arriba de sector Camata, Distrito de Torata, Provincia Mariscal Nieto.



Figura 4. Paisaje de la Asociación *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* a 2900 m de altitud en el valle de Matalaque, Distrito de Matalaque, Provincia General Sánchez Cerro.

2.1. *gochnatietosum arequipensis* Chicalla-Rios 2020 subass. nov. (Apéndice 2, Lev. 9-28, Lev. Typus 18)

Especies características: *Dalea exilis*, *Gochnatia arequipensis* y *Monnina pterocarpa*. Especies diferenciales: *Balbisia meyeniana*, *Echeveria peruviana*, *Ephedra americana*, *Galinsoga mandonii*, *Gnaphalium* sp., *Peperomia scutaleifolia*, *Solanum peruvianum*, *Trichocereus schoenii* (Basónimo: *Echinopsis schoenii*) y *Trixis cacalioides*.

Distribución y ecología: Altitud 2450 – 3200 m, pisos Mesotropical árido-seco en la cuenca del río Tambo, entre pampa Sunispaya y quebradas de Culata-Quimsacollo. Este tipo de vegetación se asienta sobre planicies y laderas de inclinación moderada (2 – 45°) con orientación variada. Se desarrolla en suelos arenosos volcánicos y limoso-arcillosos con una profundidad generalmente alta (4 – 60 cm); una cobertura baja de rocas (0 – 25%) y variada de piedras (1 – 85%); baja cobertura de materia orgánica (3 – 25%) y bajos niveles de carbón vegetal y estiércol.

Fisionomía y composición: Cardonal alto-mediano con arbustos semidispersos con una cobertura entre 25 – 92%. En el estrato alto ocurre *Weberbauerocereus torataensis* y con alta cobertura *Austrocylindropuntia subulata*. El estrato medio se compone principalmente por arbustos de *Ambrosia artemisioides*, *Balbisia meyeniana*, *Encelia canescens*, *Ephedra americana*, *Gochnatia arequipensis*, *Mentzelia scabra* var. *chilensis*, *Puya cylindrica*, *Senecio tovari*, *Stipa plumosa*, *Tarasa operculata* y *Viguiera lanceolata*, en los sectores más altos ocurre *Oreocereus leucotrichus* con poca cobertura. El estrato bajo es dominado por *Cumulopuntia dimorpha*; pocos helechos debajo de rocas, *Cheilantes pruinata* tiene más cobertura; herbáceas y gramíneas en su mayoría anuales: *Aristida adscencionis*, *Dalea exilis*, *Eragrostis nigricans*, *E. weberbaueri*, *Krameria lappacea*, *Moninna pterocarpa*, *Portulaca pilosa*, *Senecio yurensis* y *Solanum peruvianum*.

2.2. *corryocactetosum auris* Chicalla-Rios 2020 subass. nov. (Apéndice 2, Lev. 29-40, Lev. Typus 35)

Especies características: *Corryocactus aureus*, *Euphorbia hinkleyorum*, *Glandularia clavata*, *Jatropha macrantha*, *Paronychia microphylla* var. *arequepensis* y *Puya cylindrica*. Especies diferenciales: *Argyrochosma nivea*, *Astrolepis sinuata*, *Cheilantes pruinata*, *Chondrosium simplex*, *Cylindropuntia rosea*, *Gilia laciniata*, *Leptoglossis albiflora*, *Ophryosporus peruvianus*, *Pellaea ternifolia*, *Viguiera lanceolata* y *Tagetes multiflora*.

Distribución y ecología: Altitud 2350 – 3200 m, pisos Mesotropical árido-seco en la cuenca del río Tambo, entre los poblados de Sijuyaya y Candahua. Esta vegetación se desarrolla en pequeñas planicies y ondulaciones hasta laderas con mucha pendiente (5 – 80°) con orientación variada. Sus suelos son limosos, arenosos y material pómez fino a veces en forma de piedrecillas; estos suelos cuentan con una profundidad variada (0 – 45 cm); cobertura muy variada de rocas (0 – 95%); de piedras y piedrecillas pómez (2 – 83%); cobertura de materia orgánica baja (1 – 20%); finalmente presenta niveles muy bajos de estiércol y carbón vegetal.

Fisionomía y composición: Cardonal alto con arbustos semidispersos con cobertura entre 15 – 55%. *Weberbauerocereus torataensis* se ubica en el estrato alto y con mayor cobertura, *Austrocylindropuntia subulata* y *Corryocactus brevistylus* ocurren con menor cobertura. El estrato medio se compone principalmente por arbustos de *Ambrosia artemisioides*, *Aphyllocladus denticulatus*, *Balbisia meyeniana*, *Corryocactus aureus*, *Encelia canescens*, *Ephedra americana*, *Jatropha macrantha*, *Mentzelia scabra* var. *chilensis*, *Ophryosporus peruvianus*, *Paronychia microphylla* var. *arequepensis*, *Puya cylindrica*, *Senecio tovari*, *Tarasa operculata* y *Viguiera lanceolata*. El estrato bajo es dominado por la *Cumulopuntia dimorpha*; importante presencia de helechos debajo de rocas como *Argyrochosma nivea*, *Astrolepis sinuata*, *Cheilantes pruinata* y *Pellaea ternifolia*; herbáceas y gramíneas en su mayoría anuales: *Anredera diffusa*, *Aristida adscencionis*, *Chondrosium simplex*, *Cylindropuntia rosea*, *Eragrostis nigricans*, *E. weberbaueri*, *Euphorbia hinkleyorum*, *Glandularia clavata*, *Gilia laciniata*, *Krameria lappacea*, *Leptoglossis albiflora*, *Neowerdermannia peruviana*, *Oxalis megalorriza*, *Portulaca pilosa*, *Tagetes multiflora* y *Tillandsia capillaris*.

3. *Larrea divaricatae-Weberbauerocereetum torataensis* Chicalla-Rios ass. nov. (Apéndice 2, Lev. 41-50, Lev. Typus 45)

Especies características: *Browningia candelaris*, *Larrea divaricata*, *Solanum pennellii* y *Weberbauerocereus torataensis*. Especies diferenciales: *Acacia macracantha*, *Cenchrus weberbaueri*, *Haageocereus platinospinum*, *Oreocereus hempelianus*, y *Trichoneura* cf. *weberbaueri*.

Distribución y ecología: Altitud 1350 – 2500 m, pisos Termotropical hiperárido-árido en la cuenca del río Tambo, cerca de la trocha entre poblado de Quinistaquillas y el sector Agua blanca. Esta vegetación se desarrolla exclusivamente en laderas y terrazas ribereñas (3 – 45°) ligadas al río Tambo; su orientación es variada; la textura de suelo donde se desarrolla es limoso-arenoso con material pómez fino, con variada cobertura rocosa (0 – 80%) y cuyos suelos tienen una profundidad que varía entre los 0 y 17 cm. La cobertura por piedras y partículas grandes de material pómez es variada, entre los 3 y 90%. La cobertura de materia orgánica es relativamente baja (2 – 25%); con bajos niveles de carbón vegetal y sin presencia de estiércol (Fig 5).

Fisionomía y composición: cardonal con arbustos dispersos. La cobertura vegetal considerando el máximo desarrollo de las plantas luego del periodo de lluvias extremas es bajo a medio (20 – 45%). En el estrato alto encontramos los cactus columnares de *Browningia candelaris* y *Weberbauerocereus torataensis*; el estrato medio está compuesto principalmente por arbustos de *Aphyllocladus denticulatus*, *Ephedra americana*, *Larrea divaricata*, *Trixis cacalioides* y el subarbusto *Encelia canescens*; en el estrato bajo se encuentra dominado principalmente por los cactus *Cumulopuntia dimorpha*, *Haageocereus platinospinus*, *Oreocereus hempelianus*, el subarbusto *Tiquilia paronychoides* y por las gramíneas *Aristida adscencionis*, *Eragrostis nigricans* y *Trichoneura* cf. *weberbaueri*.

4. Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* (Apéndice 2, Lev. 51-59, Lev. Typus 58)

Especies representativas: *Orobanche tacnaensis*, *Prosopis calderensis* y *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis*. Especies diferenciales: *Ambrosia artemisioides*, *Armatocereus riomajensis*, *Atriplex rotundifolia*, *Baccharis salicifolia*, *Coursetia heterantha*, *Cryptantha parviflora*, *Eragrostis nigricans*, *Eremodraha intricatissima*, *Fagonia chilensis*, *Galium corymbosum*, *Bryantiella glutinosa*, *Leptoglossis albiflora*, *Oenothera* cf. *sandiana*, *Ophryosporus peruvianus*, *Pectocarya laterifolia*, *Schinus molle*, *Senecio yuensis*, *Tarasa operculata*, *Tiquilia elongata* y *Trichocereus schoenii*,

Distribución y ecología: Altitud 1650 – 2500 m, pisos Termotropical hiperárido-árido y Mesotropical árido de la cuenca del río Tambo, entre el poblado de Coalaque y pampa Jaguay. Esta comunidad se desarrolla en quebradas rellenas de abundante sedimento pómez lo que las hace llanas y de poca pendiente (6 – 14°); su orientación es variada; los suelos donde se desarrolla son de material pómez fino y de profundidad variable (4 – 70 cm); la cobertura de rocas es prácticamente inexistente (0 – 1%); la cobertura de piedras lo constituyen las piedrecillas de pó-

mez en tamaños variados menores a los 2 cm de diámetro (1 – 45%); la cobertura de materia orgánica es muy variada (8 – 70%); los niveles de estiércol son los más elevados de la alianza; en un solo levantamiento se registró carbón vegetal en un nivel muy bajo (Fig 6).

Fisionomía y composición: Cardonal con arbustos y árboles dispersos. Su cobertura es media a alta (20 – 85%). En el estrato alto resaltan los árboles *Prosopis calderensis*, *Schinus molle* y *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis*, cactus columnares de *Armatocereus riomajensis*, *Trichocereus schoenii* y *Weberbauerocereus torataensis*. En el estrato medio, arbustos de *Ambrosia artemisioides*, *Aphyllocladus denticulatus*, *Atriplex rotundifolia*, *Baccharis salicifolia*, *Ephedra americana*, *Krameria lappacea*, *Mentzelia scabra* var. *chilensis*, *Ophryosporus peruvianus*, *Tarasa operculata* y el subarbusto *Encelia canescens*. En el estrato bajo cactáceas de *Cumulopuntia dimorpha* y *Cumulopuntia* sp., subarbustos de *Tiquilia elongata*, herbáceas de *Eremodraha intricatissima*, *Fagonia chilensis*, *Leptoglossis albiflora* y *Portulaca pilosa*, gramíneas de *Aristida adscencionis*, *Eragrostis nigricans*, *E. weberbaueri* y la hemi-parásita subterránea *Orobanche tacnaensis*.



Figura 5. Fisionomía de la Asociación *Larreo divaricatae-Weberbauerocereetum torataensis* a 1350 m de altitud cerca del poblado de Quinistaquillas, Distrito de Quinistaquillas, Provincia General Sánchez Cerro.



Figura 6. Paisaje después de lluvias extremas de la Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* a 2300 m de altitud en alrededores del poblado de Coalaque, Distrito de Coalaque, Provincia General Sánchez Cerro.

5. *Cistantho paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* Chicalla-Rios ass. nov. (Apéndice 2, Lev. 60-94, Lev. Typus 78)

Especies características: *Cheilanthes fractifera*, *Cistanthe paniculata*, *Cumulopuntia* cf. *unguispina*, *Fuertesimalva chilensis* y *Weberbauerocereus torataensis*. Especies diferenciales: *Chenopodium album*, *Chondrosium simplex*, *Fagonia chilensis*, *Fuertesimalva peruviana*, *Heterosperma diversifolium*, *Lepidium strictum*, *Pectocarya linearis*, *Plantago* sp., *Porophyllum ruderale*, *Sigesbeckia* cf. *zorullensis*, *Sonchus oleraceus*, *Solanum peruvianum* y *Tagetes multiflora*.

Distribución y ecología: Altitud 1950 – 3020 m, en la cuenca del río Moquegua, pisos Termotropical árido y Mesotropical árido-seco, entre los alrededores del cerro Baúl y el sector Camata. Esta asociación se desarrolla en laderas suaves y quebradas (0 – 50°) de orientación variada; suelos principalmente arcillosos y limosos de profundidad baja (1 – 20 cm); poseen poca cobertura rocosa (0 – 20%) (sólo un levantamiento con 65%); cobertura de piedras con una variación de 4 a 99%; la cobertura de materia orgánica registrada es muy baja (1 – 10%); los niveles de carbón vegetal y estiércol son insignificantes (Fig. 7).

Fisionomía y composición: Cardonal con arbustos dispersos compuesto en el estrato alto por cactáceas columnares dispersas de *Armatocereus riomajensis*, *Weberbauerocereus torataensis* y mínimamente por *Neoraimondia arequipensis* en el límite más bajo de la asociación; el

estrato medio se compone por arbustos de *Ambrosia artemisioides*, *Bougainvillea spinosa* y con menor cobertura de *Alternanthera arequipensis*, *Tarasa operculata* y *Trixis cacaloides*; el estrato bajo se compone por cactus de *Cumulopuntia sphaerica*, *Haageocereus platinospinus* y *Oreocereus hempelianus*, estos dos últimos escasos, *Allionia incarnata* y *Solanum peruvianum* son las únicas herbáceas perennes. Después de lluvias extremas la asociación llega a obtener una alta cobertura vegetal que llega hasta el 100% en algunos sectores y una diversidad de herbáceas y gramíneas anuales de porte bajo como *Aristida adsencionis*, *Chenopodium album*, *Chondrosium simplex*, *Cistanthe paniculata*, *Cistanthe* sp., *Cristaria* cf. *multifida*, *Cryptantha peruviana*, *Dalea moquehuana*, *Eragrostis nigricans*, *Fagonia chilensis*, *Fuertesimalva chilensis*, *F. peruviana*, *Heterosperma diversifolium*, *H. nanum*, *Lepidium strictum*, *Onoseris odorata*, *Oxalis laxa* var. *hispidissima*, *O. megalorriza*, *O. nubigena*, *Oziroë biflora*, *Pectocarya linearis*, *Plantago* sp., *Poa* sp., *Porophyllum ruderale*, *Portulaca pilosa*, *Schkuhria multiflora*, *Senecio phylloleptus*, *Sigesbeckia* cf. *zorullensis*, *Sisymbrium irio*, *Sonchus oleraceus*, *Tagetes multiflora* y *Zinnia peruviana*.

Conforme va disminuyendo la altitud, la vegetación se va haciendo menos densa hasta desaparecer entre las últimas quebradas hacia el desierto ultrahiperárido, donde contacta con comunidades vegetales de otra clase fitosociológica compuesta principalmente por *Malesherbia ardens* y *Tiquilia paronychoides* (Chicalla-Rios in prep.) que atraviesa este amplio desierto.



Figura 7. Paisaje en temporada seca (A) y después de lluvias extremas (B) de la asociación *Cistantho paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* a 2800 m de altitud cerca al poblado de Ilubaya, Distrito de Torata, Provincia Mariscal Nieto.

5.1. *cryptantetosum peruviana* Chicalla-Rios 2020 subass. nov. (Apéndice 2, Lev. 60-66, Lev. Typus 62)

Especies características: *Cryptantha peruviana*, *Oxalis laxa* var. *hispidissima*, *O. nubigena* y *Senecio phylloleptus*. Especies diferenciales: *Bromus catharticus*, *Erodium cicutarium*, *Malesherbia ardens*, *Mostacillastrum gracile*, *Schinus molle*, *Spergularia fasciculata*, *Tarasa operculata* y *Trixis cacalioides*.

Distribución y ecología: Altitud 2750 – 3020 m, en la cuenca del río Moquegua en el piso Mesotropical seco, entre el sector Camata y el poblado de Ilubaya. Esta subasociación se desarrolla en pequeñas terrazas y laderas (0 – 35°); orientación variada; suelos arcillosos y limosos de profundidad baja (5 – 10 cm); cobertura baja de rocas (0 – 17%) y variada de piedras (4 – 98%); cobertura de materia orgánica baja (1 – 15%); nivel estiércol insignificante y sin presencia de carbón vegetal.

Fisionomía y composición: Matorral con cactus dispersos con una cobertura entre 40 y 90%, compuesto en el estrato alto por cactáceas columnares dispersas de *Armatocereus riomajensis*, *Corryocactus brevistylus*, *Weberbauerocereus torataensis* y escasamente por el árbol *Schinus molle*; el estrato medio se compone principalmente por arbustos de *Ambrosia artemisioides*, *Encelia canescens*, *Tarasa operculata* y *Trixis cacalioides*; el estrato bajo se compone por *Cumulopuntia* cf. *unguispina* y *Oreocereus hempelianus*, la única herbácea perenne es *Solanum peruvianum*. Después de lluvias extremas se desarrollan herbáceas y gramíneas compuestas principalmente por *Aristida adsencionis*, *Bromus catharticus*, *Calandrinia ciliata*, *Cistanthe paniculata*, *Cistanthe* sp., *Cryptantha peruviana*, *Erodium cicutarium*, *Fagonia chilensis*, *Fuertesimalva chilensis*, *F. peruviana*, *Galium aparine*, *Lepidium strictum*, *Malesherbia ardens*, *Mirabilis* cf. *prostrata*, *Mostacillastrum gracile*, *Mulguraea arequipensis*, *Oxalis laxa* var. *hispidissima*, *O. megalorrhiza*, *O. nubigena*, *Parietaria debilis*, *Pectocarya linearis*, *Plantago* sp., *Porophyllum ruderale*, *Portulaca pilosa*, *Senecio phylloleptus*, *Sisymbrium irio*, *Sonchus oleraceus*, *Spergularia fasciculata* y *Tagetes multiflora*.

5.2. *daleetosum moquehuanae* Chicalla-Rios 2020 subass. nov. (Apéndice 2, Lev. 58-73, Lev. Typus 78)

Especies características: *Allionia incarnata*, *Bougainvillea spinosa*, *Dalea moquehuana*, *Heterosperma nanum*, *Onoseris odorata* y *Schkuhria multiflora*. Especies diferenciales: *Armatocereus riomajensis*, *Weberbauerocereus torataensis* y *Zinnia peruviana*.

Distribución y ecología: Altitud 2100 – 2300 m, en la cuenca del río Moquegua en el piso Mesotropical-árido. Esta subasociación se desarrolla en laderas suaves a pronunciadas (5 – 50°); orientación variada; suelos arcillosos y limosos; suelos de baja profundidad (4 cm); cobertura de rocas baja (0 – 10%); cobertura generalmente alta de piedras (15 – 95%); baja cobertura de materia orgánica (0 – 10%); nivel de carbón insignificante e inexistente de estiércol.

Fisionomía y composición: Cardonal con arbustos

dispersos con una cobertura entre 35 a 85%; compuesto en el estrato alto por cactáceas columnares dispersas de *Armatocereus riomajensis* y *Weberbauerocereus torataensis*; el estrato medio por arbustos de *Ambrosia artemisioides* y *Bougainvillea spinosa*; el estrato bajo por el cactus *Cumulopuntia* cf. *unguispina*, herbáceas y gramíneas de *Allionia incarnata*, *Aristida adsencionis*, *Chenopodium album*, *Chondrosium simplex*, *Cistanthe paniculata*, *Dalea moquehuana*, *Eragrostis nigricans*, *Fagonia chilensis*, *Fuertesimalva chilensis*, *F. peruviana*, *Heterosperma diversifolium*, *H. nanum*, *Lepidium strictum*, *Onoseris odorata*, *Pectocarya linearis*, *Plantago* sp., *Porophyllum ruderale*, *Portulaca pilosa*, *Schkuhria multiflora*, *Sigesbeckia* cf. *zorullensis*, *Solanum peruvianum*, *Tagetes multiflora* y *Zinnia peruviana*.

5.3. *alternantheretosum arequipensis* Chicalla-Rios 2020 subass. nov. (Apéndice 2, Lev. 74-85, Lev. Typus 90)

Especies características: *Alternanthera arequipensis*, *Neoraimondia arequipensis* y *Oziroë biflora*. Especies diferenciales: *Cistanthe* sp., *Haageocereus platinospinum*, *Oxalis megalorrhiza*, *Sicyos baderoa*, *Tarasa operculata* y *Trixis cacalioides*.

Distribución y ecología: Altitud 1980 – 2320 m, en la cuenca del río Moquegua entre los pisos Termotropical árido y Mesotropical árido, entre el poblado de Tumlaca y alrededores del cerro Baúl. La subasociación se asienta en laderas y quebradas de inclinación moderada (19 – 45°); orientación variada; suelos generalmente arcillosos y limosos; profundidad en general baja (1 – 20 cm); cobertura variada de rocas (0 – 65%); cobertura media-alta de piedras (14 – 99%); materia orgánica baja (2 – 10%); niveles de estiércol muy bajo y sin presencia de carbón vegetal.

Fisionomía y composición: Matorral semidisperso con pocos cactus columnares, cactus bajos y decumbentes con una cobertura vegetal entre 32 – 95%; el estrato alto es compuesto por *Armatocereus riomajensis* y *Neoraimondia arequipensis*; el estrato medio por *Ambrosia artemisioides*, *Alternanthera arequipensis*, *Encelia canescens*, *Tarasa operculata* y *Trixis cacalioides*; el estrato bajo por las cactus *Haageocereus platinospinum* y *Cumulopuntia* cf. *unguispina*, herbáceas y gramíneas de *Aristida adsencionis*, *Chenopodium album*, *Chondrosium simplex*, *Cistanthe paniculata*, *Dalea moquehuana*, *Eragrostis nigricans*, *Fagonia chilensis*, *Fuertesimalva chilensis*, *F. peruviana*, *Galinsoga mandonii*, *Heterosperma diversifolium*, *Lepidium strictum*, *Oxalis megalorrhiza*, *Pectocarya linearis*, *Plantago* sp., *Porophyllum ruderale*, *Portulaca pilosa*, *Schkuhria multiflora*, *Sigesbeckia* cf. *zorullensis*, *Solanum peruvianum*, *Tagetes multiflora* y *Zinnia peruviana*.

Análisis de variables ambientales.- En el análisis de componentes principales (DCA) se observa que, el Eje 1 se correlaciona fuertemente al lado negativo, con la materia orgánica ($r = -0.56$), la profundidad de suelo ($r = -0.49$) y con el nivel de estiércol ($r = -0.45$), mientras que, el lado positivo se correlaciona con la cobertura de piedras ($r = 0.55$). En el Eje 2 las correlaciones con las variables ambientales son bajas, obteniendo la cobertura de rocas

($r=0.36$), la diversidad de plantas ($r=0.28$) y la altitud ($r=0.25$) medianos valores. Las unidades del análisis fitosociológico fueron incluidas y clasificadas gráficamente (Fig. 8), se aprecia que la comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* (bosque bajo relicto) se desarrolla en presencia de suelos profundos de material pómez, mucha materia orgánica y estiércol de animales, relacionándose negativamente con la cobertura de piedras. La unidad de *Larreo divaricatae-Weberbauerocereetum torataensis* se encuentra en zonas de baja altitud con baja cobertura vegetal. Dentro de *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis* existe cierta presencia de carbón vegetal por quemas a pesar de la poca cobertura de plantas. La unidad geográficamente extensa de *Cistantho paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis* se desarrolla en zonas con pendientes pedregosas y en ausencia de suelos profundos, estiércol y materia orgánica. Finalmente, la comunidad de *Corryocactus brevistylus* se encuentra levemente influida por la altitud.

Discusión

Florística y endemismo.- La composición florística a nivel de familias en el matorral desértico de los ríos Tambo y Moquegua, sigue la tendencia observada en las cercanas regiones de prepuna, puna y superpuna del norte del río Tambo (Montesinos-Tubée 2011, 2015b; Montesinos et al. 2012, 2015b) donde Asteracea es la familia dominante en el presente estudio con 26 géneros y 35 especies, siguiendo Cactaceae con 13 géneros y 20 especies.

Montesinos-Tubée et al. (2015a) realizó 196 levantamientos fitosociológicos en la vegetación xérica del matorral desértico de Arequipa, reportando un total de 187 especies de las cuales 50 son endémicas, equivalente al 26.7%. Haciendo una comparación con los resultados de este trabajo donde se han reportado 181 especies, de las cuales 35 son endémicas (19.3%), se aprecia claramente una diversidad similar y menor en endemismos, a pesar que este estudio cuenta con un menor número de levantamientos fitosociológicos, aun así, es posible que los valores de diversidad en especies y endemismos aumenten gracias a muestreos en zonas aún no exploradas.

Sintaxonomía y ecología.- *Corryocactus brevistylus* ha sido registrado y observado mayormente en sectores rocosos con notable inclinación (hasta 80°) en laderas de orientación mayormente oeste y sur aledañas a las subcuencas del río Tambo y concentrada hacia los límites más altos de la cuenca del Moquegua, alcanzando un óptimo desarrollo y densa población sobre los 3000 m, lo mismo que ocurre al norte de Chile en la región de Arica y Parinacota (Pinto & Kirberg 2009). En la precordillera chilena ubicada entre 2300 y 2800 m s.n.m. co-ocurre con *Browningia candelaris* (Luebert y Pliscoff 2017), elementos de *Opuntietea* y algunos endemismos chilenos. En el presente registro, *C. brevistylus* no co-ocurre con *B. candelaris*, aunque Weberbauer (1945) reportaba esta última hasta 2800 m, en este estudio se la ha registrado hasta los 1830 m, desarrollándose siempre en sectores áridos, mientras que *C. brevistylus* ocurre siempre sobre 2600 m, hasta bordear la zona inferior de la puna (>3500 m), también denominada prepuna (Montesinos-Tubée et al. 2012)

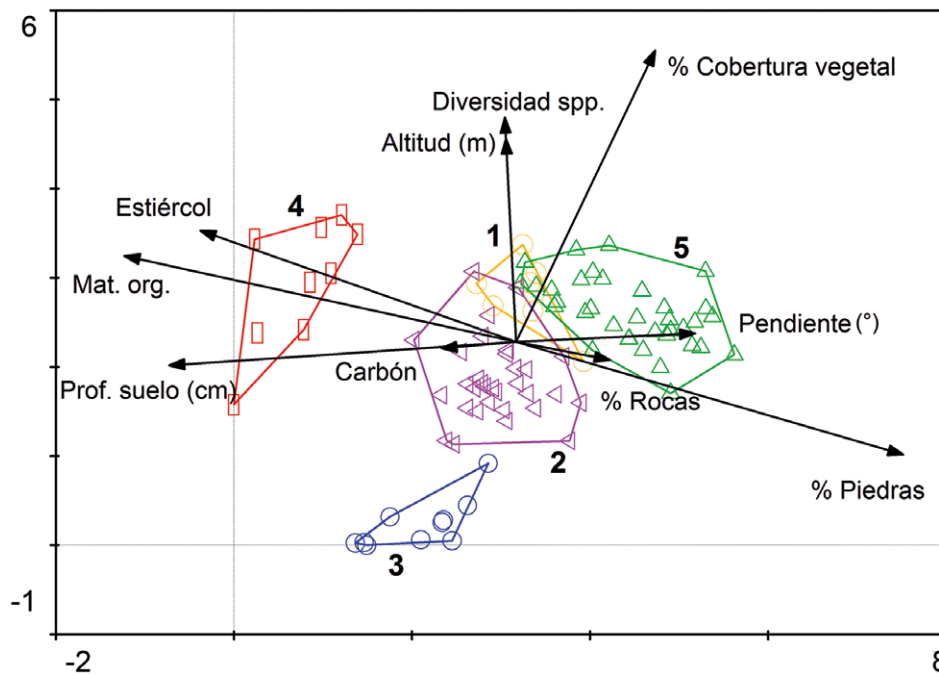


Figura 8. Análisis DCA, se muestran los 94 levantamientos fitosociológicos reunidos en polígonos formando las cinco unidades de vegetación relacionadas con 10 variables ambientales. 1: Comunidad de *Corryocactus brevistylus*, 2: *Kramerio lappaceae -Weberbauerocereetum torataensis*, 3: *Larreo divaricatae-Weberbauerocereetum torataensis*, 4: Comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* y 5: *Cistantho paniculatae-Weberbauerocereetum torataensis*.

A pesar de la presencia notable de *C. brevistylus* en algunos sectores del desierto, la alianza *Corryocaction brestilylis* no ocurre por falta de especies características, además que se ha registrado su presencia en la prepuna de la clase *Echinopsio-Proustietea* (Montesinos-Tubée et al. 2012). La asociación *Weberbauerocereo torataensis-Corryocactetum brevistyli* descrita por Galán de Mera et al. (2009) además de presentar escasas especies características no ocurre entre los 2100 y 2600 m como fue descrito, salvo en un solo levantamiento registrado a 2539 m, su especie característica *Malesherbia ardens* (Passifloraceae) ocurre sólo en un cuadrante en este estudio, estando mejor representado a menores altitudes, en quebradas rocosas y laderas muy escarpadas; *Bougainvillea spinosa* (Nyctaginaceae) ocurre entre 2130 y 2250 m y conforma una subasociación con los endemismos *Dalea moquehuana* (Fabaceae) y *Onoseris odorata* (Asteraceae) acompañada de otras herbáceas anuales. La co-ocurrencia entre los cactus columnares *Weberbauerocereus torataensis* y *Corryocactus brevistylus* se da pocas veces y de manera dispersa en la alianza aquí descrita, en campo también se ha observado una mayor presencia de *C. brevistylus* en la zona de transición hacia la puna representada en este estudio por la comunidad de *Corryocactus brevistylus*, por tanto, la asociación *Weberbauerocereo torataensis-Corryocactetum brevistyli* debe ser descartada.

La comunidad de *Corryocactus brevistylus* aquí descrita adquiere tal nombre por la mayor densidad y ocurrencia de *C. brevistylus*, el cactus *Cumulopuntia* sp. podría ser la especie característica que nombre a esta unidad, esto no es posible por el momento debido a que no se ha podido determinar su taxonomía.

La comunidad de *Tecoma fulva* y *Prosopis calderensis* contacta fuertemente con *Schino mollis-Tecomatum arequipensis* descrito por Galán de Mera et al. (2009) en la clase *Acacio macracanthae-Prosopidetea pallidae* por la presencia constante de *Schinus molle*. En las laderas entre las quebradas del Distrito de Coalaque y Omate contacta con *Echinopsio schoenii-Proustietea cuneifoliae* (vegetación de prepuna subhúmeda), según los resultados, se diferencia ecológicamente de la asociación citada, debido a que, *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* no sólo ocurre en suelos arenosos de quebradas como indica la literatura, sino que, también ocurre en la cuenca del río Tambo de manera muy extendida en suelos pómez profundos con variada topografía y altitud, formando parte del paisaje arbustivo prístino de las zonas adyacentes a la prepuna del volcán Huaynaputina, y junto a *Prosopis calderensis* hacia los bordes de quebradas y planicies con abundante sedimento pómez a manera de vegetación intrazonal (Luebert y Pliscoff 2017) en la unidad de *Kramerio lappaceae-Weberbauerocereetum torataensis*. Las especies *Prosopis calderensis* y *Orobancha tacnaensis* son por primera vez registradas para el departamento de Moquegua, *P. calderensis* recientemente se ha descrito para el departamento de Arequipa (Galán de Mera et al. 2019). *Orobancha tacnaensis* es una planta endémica hemi-parásita con desarrollo subterráneo y que se creía restringida al departamento de Tacna (Gobierno Regio-

nal de Tacna 2007) y Arequipa (Montesinos-Tubée et al. 2015a) donde se registra como *O. weberbaueri* siendo aparentemente la especie en mención debido a que *O. weberbaueri* sólo ocurre en lomas costeras (Brako & Zarucchi 1993).

Como conclusión general, la alianza *Ambrosio artemisioidis-Weberbauerocerion torataensis* aquí propuesta que ocurre entre los 1350 y 3200 m de altitud, demuestra cierta vicarianza con *Ambrosio artemisioidis-Weberbauerocerion weberbaueri* que ocurre entre los 2020 y 3260 m (Montesinos-Tubée et al. 2015a) en la cuenca del río Chili (provincia y región de Arequipa), lo que evidencia la existencia de variadas unidades de vegetación con combinaciones ricas de elementos nativos y endémicos con características ecológicas particulares en las cuencas occidentales del sur de Perú, por lo que, en la conservación de los matorrales desérticos debe considerarse cada cuenca hidrográfica como una unidad o sistema natural separable (Hernández 1995; Chicalla-Rios 2017).

En la Figura 1 se aprecia la probable distribución de la alianza *Ambrosio artemisioidis-Weberbauerocerion torataensis* en Moquegua, gracias a ello es posible ubicar las zonas que deben ser muestreadas sobre todo después de temporada de lluvias extremas, sería interesante tomar muestras de la vegetación ubicada entre las cuencas de los ríos Tambo y Moquegua por la posibilidad de enriquecer su composición y brindar mayores alcances sobre la distribución la mencionada alianza.

Finalmente, se esperaría la adición de alianzas nuevas que enriquezcan y aclaren el orden *Oreocereo leucotrichi-Neoraimondietalia arequipensis* Galán de Mera & Vicente Orellana 1996 en los sectores desérticos aun no explorados de las Regiones Arequipa, Ica y Tacna.

Literatura citada

- Alegre J. & A. Tamayo. 2004. Atlas Regional del Perú, Tomo 20: Moquegua. Ediciones PEISA. Lima. 80pp.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua). 2018. Información de datos meteorológicos y recursos hídricos de las estaciones Ilo, Puquina, Ichuña (Moquegua). Moquegua, Perú. Acceso 10/10/2018.
- Arakaki, M. & A. Cano. 2001. Vegetación y estado de conservación de la cuenca del Río Ilo-Moquegua, Lomas de Ilo y áreas adyacentes. *Arnaldoa* 8(1): 49-70.
- Arakaki M. & A. Cano. 2003. Composición florística de la cuenca del río Ilo-Moquegua y lomas de Ilo, Moquegua. *Revista Peruana de Biología* 10(1): 5-15. <https://doi.org/10.15381/rpb.v10i1.2472>
- Brako, L. & Zarucchi, J. 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*. 45: 1-1286.
- Braun-Blanquet J. 1979. Plant sociology, the study of plant communities. Transl. by G. D. Fueller and H. S. Conard. Mc. Graw-Hill. New York. 438pp
- Chicalla-Rios, K.J. 2017. Adiciones a la flora y vegetación del Departamento de Moquegua, Perú. Cuencas del río Moquegua, río Tambo e intercuenas costeras. *Revista Ciencia y tecnología para el desarrollo-UJCM* 3(6): 36-54.

- Díez de San Miguel G. 1964. Visita hecha a la Provincia de Chucuito. Ediciones Casa de la Cultura, Lima, 421pp.
- Dillon M.O. & P.W. Rundel. 1990. The botanical response of the Atacama and Peruvian Desert floras to the 1982-83 El Niño Event, In: P. W. Glynn (Ed.), Global Ecological Consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation. 487-504.
- Hoffmann A.E., J.M. Watson & A.R. Flores. 2015. Flora silvestre de Chile, Cuando el desierto florece. Volumen 1, Monocotiledóneas y otros taxones. Fundación Claudio Gay. Santiago. 255pp.
- Galán de Mera, A., E. Linares Perea, C. Trujillo Vera, et al. 2010. Termoclima y humedad en el sur del Perú. Bioclima y bioindicadores en el Departamento de Arequipa. Zonas Áridas 14(1): 71-82.
- Galán de Mera A. & V. Orellana. 1996. Las comunidades con *Coryocactus brevistylus* del Sur de Perú. Phytologia 80: 40-47.
- Galán de Mera A. & J. Gómez. 2003. Comunidades de aerófitos: Una aproximación fitosociológica sobre el desierto pacífico peruano. Documents Phytosociologiques 20: 127-133.
- Galán de Mera A., C. Cáceres & A. Gonzáles. 2002. Las comunidades con cactáceas del sur del Perú, II. Nueva asociación y alianza del desierto pacífico. Acta Botánica Malacitana 27: 270-272.
- Galán de Mera A., E. Linares Perea, J. Campos de la Cruz, et al. 2009. Nuevas observaciones sobre la vegetación del sur del Perú. Del desierto pacífico al altiplano. Acta Botánica Malacitana 34: 1-35.
- Galán de Mera A., E. Linares Perea, J. Montoya, et al. 2019. *Prosopis andicola* (Algarobia, Caesalpinioideae, Leguminosae), a new combination and rank, and *P. calderensis*, a new species for mesquite populations from Southern Peru. Phytotaxa 414 (1): 048-054. doi: <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.414.1.6>
- Gobierno Regional de Tacna. 2007. Biodiversidad de Tacna. Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Tacna, Perú. 26 pp.
- Hernández S. 1995. Ecología para ingenieros: El impacto ambiental. 3ra edición. Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos. Madrid. 426pp.
- Hill M.O. 1979. Twinspan, a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and the attributes. Cornell University, Department of Ecology and Systematics, Ithaca, New York.
- Huber O. & R. Riina. 1997. Glosario fitoecológico de las Américas. Vol. 1. América del Sur: países hispanohablantes. UNESCO y Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas. pp. 416-421.
- Jaimes E. 1999. Condiciones meteorológicas a nivel global y local, cambio climático y "El Niño 1997-98". Revista Peruana de Biología 6(3): 1-8. <https://doi.org/10.15381/rpb.v6i3.8425>
- Kuentz A., A. Galán de Mera, M.P. Ledru & J.C. Thouret. 2007. Phytogeographical data and modern pollen rain of the Puna belt in southern Peru (Nevado Coropuna, Western Cordillera). Journal of Biogeography 34(10): 1762-1776. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01728.x>
- Luebert F. & R. Gajardo. 2000. Vegetación de los Andes áridos del norte de Chile. Lazaroa 21: 111-130.
- Luebert F. & R. Gajardo. 2005. Vegetación alto andina de Parinacota (norte de Chile) y una sinopsis de la vegetación de la Puna meridional. Phytocoenologia 35: 79-128. <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2005/0035-0079>
- Luebert F. & P. Plissock. 2017. Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile. 2da edición. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 381pp.
- Montesinos-Tubée D.B., K.V. Sýkora, V. Quipuscoa-Silvestre, et al. 2015a. Species composition and phytosociology of xerophytic plant communities after extreme rainfall in South Peru. Phytocoenologia 45(3): 203-250. <https://doi.org/10.1127/phyto/2015/0023>
- Montesinos-Tubée D.B., A.M. Cleef, & K.V. Sýkora, 2015b. The Puna vegetation of Moquegua, South Peru: Chasmophytes, grasslands and Puya raimondii stands. Phytocoenologia 45(4): 365-397. <https://doi.org/10.1127/phyto/2015/0006>
- Montesinos-Tubée D.B. 2015a. Flora Moqueguana. Guía práctica para la identificación de flora silvestre. Anglo American. Lima, Perú. 252pp.
- Montesinos-Tubée D.B. 2015b. The mountain vegetation of South Peru: syntaxonomy, ecology, phytogeography and conservation. Thesis, Doctor in Phytosociology. Wageningen University & Research - Library. Wageningen University dissertation no. 6322, The Netherlands. 334 pp. doi: <http://edepot.wur.nl/377887>
- Montesinos D.B., A.M. Cleef & K.V. Sýkora. 2012. Andean shrublands of Moquegua, South Peru: Prepuna plant communities. Phytocoenologia 42: 29-55. <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2012/0042-0516>
- Montesinos-Tubée D.B. 2011. Diversidad florística de la cuenca alta del río Tambo-Ichuña (Moquegua, Perú). Revista Peruana de Biología 18(1): 119-132. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i1.156>
- Navarro G. & S. Rivas-Martínez. 2005. Datos sobre la fitosociología del norte de Chile: la vegetación en un transecto desde San Pedro de Atacama al volcán Licancabur (Antofagasta, II Región). Chloris Chilensis 8(2): 1-6.
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1974. Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa; Cuencas de los ríos Quilca y Tambo. Lima.
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1976. Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa; Cuencas de los ríos Moquegua, Locumba, Sama y Caplina. Lima.
- Pauca-Tanco, G. A. & V. Quipuscoa. 2020. El género *Cumulopuntia* (Cactaceae, Opuntioideae) en el Departamento de Arequipa, Perú. Darwiniana, nueva serie 8(1): 1-35. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2020.81.853>
- Pinto, R. & Kirberg, A. 2009. Cactus del Extremo Norte de Chile. AMF, Imprenta A. Molina Flores S.A. 246pp.
- Rivas-Martínez S. & S. Rivas-Saenz. 1996-2019. Worldwide Bioclimatic Classification System, Phytosociological Research Center. Spain. Acceso 25/09/2019
- Schwarzer C., F. Cáceres, A. Cano, et al. 2010. 400 years for long-distance dispersal and divergence in the northern Atacama Desert and insights from the Huaynaputina pumice slopes of Moquegua, Peru. Journal of Arid Environments 74: 1540-1551. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.05.034>
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2018. Información meteorológica de las estaciones de Calacoa, Ichuña, Ilo, Omate, Quinistaquillas,

- Ubinas y Yacango (Moquegua). Moquegua, Perú. Acceso 30/09/2018.
- Talavera C., P. Jiménez, F. Villasante, et al. 1999. Respuesta fenológica de la vegetación arbórea de las lomas del sur del Perú (Mejía-Arequipa) en relación con el evento "El Niño 1997-98". *Revista Peruana de Biología* 6(3): 137-142. <https://doi.org/10.15381/rpb.v6i3.8440>
- Ter Braak C.J.F. & P. Šmilauer. 2002. CANOCO. Reference manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- Valeriano J.A., & D.B. Montesinos-Tubée. 2016. Composición florística y estado de conservación de las Lomas de Amoquinto, Departamento de Moquegua, Perú. *Revista Ciencia y Tecnología para el desarrollo-UJCM* 2(4): 32-38.
- Weberbauer A. 1945. *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos*. Estación Experimental Agrícola de la Molina. Dirección de Agricultura, Lima, Perú.
- Weber H.E., J. Moravec & J.P. Theurillat. 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. *Journal of Vegetation Science* 11: 739-768. <https://doi.org/10.2307/3236580>
- Agradecimientos / Acknowledgments:**
Mi agradecimiento a la Dra. Dora Mayta Huiza y el personal del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad José Carlos Mariátegui por la confianza y asistencia para la elaboración de esta publicación. A Hermenegildo Checalla Flores, Jesús Cutipa Ccopa, Piero Peñaloza Chambilla y Omer Córdova Córdova por su colaboración en las labores de campo.
- Conflicto de intereses / Competing interests:**
Los autores no incurrir en conflictos de intereses.
- Rol de los autores / Authors Roles:**
El trabajo en su total integridad fue realizado por el autor.
- Fuentes de financiamiento / Funding:**
La investigación fue parcialmente financiada por la Universidad José Carlos Mariátegui con Resolución de Consejo Universitario N° 3148-2017-CU-UJCM.
- Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:**
El autor no declara no haber incurrido en aspectos antiéticos. El autor contó con la autorización de investigación con colecta de flora silvestre N° AUT-IFL-2017-068 y con Resolución de Dirección General N°423-2017-SERFOR-DGGSPFFS.

