



## ESPECIES VEGETALES CON POTENCIAL FITORREMEDIAADOR DE LOS HUMEDALES DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO MOCHE, LA LIBERTAD- PERÚ

### PLANT SPECIES WITH PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF THE WETLANDS OF THE LOWER MOCHE RIVER BASIN, LA LIBERTAD- PERU

Ivy Karina Fasanando-Lescano <sup>1\*</sup>, José Mostacero-León <sup>1</sup>, Armando Efraín Gil-Rivero <sup>1</sup>, Anthony J. De La Cruz-Castillo<sup>1</sup>, Segundo Eloy López-Medina<sup>1</sup>, Jesús Manuel Charcape-Ravelo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Piura, Urb. Miraflores S/N, Castilla, 20002, Piura, Perú.

Ivy K. Fasanando- Lescano:



<https://orcid.org/0000-0002-2401-3215>

José Mostacero-León:



<https://orcid.org/0000-0003-2556-3013>

Armando E. Gil-Rivero:



<https://orcid.org/0000-0002-4521-5588>

Anthony J. De La Cruz-Castillo:



<https://orcid.org/0000-0002-5409-6146>

Segundo E. López-Medina:



<https://orcid.org/0000-0001-7719-8607>

Jesús M. Charcape-Ravelo:



<https://orcid.org/0000-0002-9595-1663>

#### Artículo original

Recibido: 27 de agosto 2021

Aceptado: 27 de noviembre 2021

#### Resumen

Los humedales de la cuenca Baja del Río Moche, son ecosistemas de valor ecológico, al brindar numerosos servicios ecosistémicos; destacando su eficiencia en la biorremediación y depuración de aguas contaminadas con relaves mineros, residuos sólidos y cloacales. Esta acción se debe a la presencia de especies vegetales con alta capacidad de retener estos contaminantes, depurando los ecosistemas. Ante la necesidad de identificar estas especies vegetales, se propuso como objetivo de investigación determinar las especies vegetales con potencial fitorremediador de los humedales de la cuenca Baja del Río Moche, La Libertad-Perú. Para ello se realizaron exploraciones botánicas periódicas que permitieron recabar datos taxonómicos y fitogeográficos de las especies vegetales, acompañado a la colecta y posterior determinación botánica de las mismas, en el *Herbario Truxillense* de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT). Se reportaron 43 especies de flora con potencial fitorremediador de los humedales de la cuenca Baja del Río Moche; distribuidas en 38 géneros y 20 familias, donde las Poaceae (10 especies), Cyperaceae (5 especies), Asteraceae (4 especies), Fabaceae y Polygonaceae (3 especies), fueron las más representativas por su número de especies.

**Palabras clave:** Fitorremediación, humedales, La Libertad, río Moche, vegetales.

#### Abstract

The wetlands of the Lower Moche River basin are ecosystems of ecological value, as they provide numerous ecosystem services; highlighting its efficiency in bioremediation and purification of water contaminated with mining tailings, solid waste and sewage. This action is due to the presence of plant species with a high capacity to retain these pollutants, purifying ecosystems. Given the need to identify these plant species, it was proposed as a research objective to determine the plant species with phytoremediation potential of the wetlands of the Lower Moche River basin, La Libertad- Peru. For this, periodic botanical explorations were carried out that allowed collecting taxonomic and phytogeographic data of the plant species, accompanied by the collection and subsequent botanical determination of the same, in the Truxillense Herbarium of the National University of Trujillo (HUT). 43 species of flora with phytoremediation potential were reported from the wetlands of the Lower Moche River basin; distributed in 38 genera and 20 families, where the Poaceae (10 species), Cyperaceae (5 species), Asteraceae (4 species), Fabaceae and Polygonaceae (3 species), were the most representative for their number of species.

**Keywords:** La Libertad, Moche River, phytoremediation, vegetables, wetlands.

\* **Autor para correspondencia:** ifasanando@unitru.edu.pe

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2021.41.02.05>

Citar como:

Fasanando-Lescano, I., Mostacero-León, J., Gil-Rivero, A., De La Cruz-Castillo, A., López-Medina, S., & Charcape-Ravelo, J. 2021. Especies vegetales con potencial fitorremediador de los humedales de la cuenca baja del río Moche, La Libertad-Perú. REBIOL, 41(2): 195-203.



## 1. Introducción

En la región La Libertad, el río Moche cumple un rol hídrico fundamental para las jurisdicciones de Trujillo, Otuzco, Julcán y Santiago de Chuco. A lo largo de la estratificación de la cuenca, se conforman comunidades ribereñas y acuáticas ricas en flora y fauna, Como consecuencia de la influencia del río Moche, afluente principal del valle Santa Catalina, han formado en la parte baja de la cuenca varios humedales naturales, entre ellos los de Salaverry, Moche y Huanchaco. Estos humedales son afloramientos del río, donde ha crecido una flora que ha soportado los embates y la influencia negativas de la contaminación (Mostacero et al., 2007; Sánchez, 2007; Vargas, 2015).

Sobre todo, la minería informal de Quiruvilca, que ha ocasionado graves impactos negativos por la emisión de relaves mineros, perjudicando a la población local, al emplear sus aguas para uso agropecuario y agrícola (Herrera & Millones, 2012; Sánchez, 2007). Siendo evidente la existencia de una escasa capacitación que se ve reflejado en el inadecuado manejo de los humedales a nivel nacional por parte de los organismos públicos y privados (Ministerio del Ambiente, 2015). Sin embargo, la presencia de estos humedales constituye ser beneficiosa por brindar numerosos servicios ecosistémicos, entre ellos destaca: La retención y regulación del recurso hídrico, fuente de recursos alimenticios y medicinales, además de ser un ecosistema que brinda recreación social, por ser áreas de belleza paisajística para distracción familiar (Aponte & Cano, 2018; Loza & Mendoza, 2017).

Se ha comprobado que muchas especies vegetales



presentes en los humedales tienen potencial fitorremediador, es decir captan metales pesados a consecuencia de la actividad minera realizada en la parte alta de la cuenca del río Moche (Carrillo et al., 2015). Reportándose hasta 56 especies en los Humedales Altoandinos de La Libertad, 67 especies en los humedales de Santa Rosa, 51 especies en los Pantanos de Villa y 20 especies en los Humedales de Ventanilla; predominando las familias: Asteraceae, Juncaceae y Poaceae, en los diferentes humedales ubicados en Perú (Aponte & Cano, 2018; Muñoz et al., 2018).

Para poder menguar o disminuir los impactos negativos del río Moche, es necesario hacer el estudio de las principales especies vegetales. Ante ello se propuso como objetivo de investigación inventariar las especies vegetales con potencial fitorremediador de los humedales de la cuenca Baja del Río Moche, La Libertad-Perú; información que servirá de base para formular las estrategias de manejo y conservación necesarias en estas áreas (Mostacero et al., 2021).

## 2. Materiales y métodos

### Lugar de ejecución y toma de muestra

Para la realización de la presente investigación se hicieron 8 exploraciones botánicas entre los años 2018 y 2020, abarcando las 4 estaciones del año; donde se evaluaron, las especies con potencial fitorremediador de los humedales de la Cuenca Baja del Río Moche, aplicando un muestreo Sistemático estratificado, con un tamaño de muestra  $N=6$  (Figura 1).



Figura 1. Humedales de la cuenca Baja del Río Moche, La Libertad- Perú

### Determinación taxonómica

La colecta de los especímenes botánicos, se realizó paralelamente a la toma de datos en campo. Seguido a ello, las plantas fueron transportadas en prensa botánica, al *Herbarium Truxillense* (H.U.T.) de la Universidad Nacional de Trujillo; donde fueron determinados taxonómicamente por comparación con los especímenes registrados en esta Institución; agenciándose a su vez de bibliografía especializada referidas a la flora peruana como la de Brako & Zarucchi (1993) y Mostacero et al. (2009); además de los portales virtuales: Tropicos (<https://www.tropicos.org/home>) y The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>) que permitieron validar la taxonomía.

### Análisis de datos

La información obtenida, fue analizada y organizada en tablas y gráficos, previamente complementadas con la

información presentada en tesis, artículos científicos y libros sobre taxonomía y biorremediación; datos que permitieron realizar el inventario taxonómico y fitogeográfico final de las especies vegetales con potencial fitorremediador de los humedales de la cuenca Baja del Río Moche; que se detallarán en los puntos posteriores.

## 3. Resultados

La tabla 1, muestra los datos referentes a los caracteres taxonómicos (familia, nombre científico, vulgar y hábito), así como características fitogeográficas (Coordenadas UTM y Distribución altitudinal) de las 43 especies de flora con potencial fitorremediador de los humedales de la cuenca Baja del Río Moche. Flora distribuida en 38 géneros y 20 familias; apreciándose a su vez, las familias botánicas más representativas por su número de especies en la Figura 2.

**Tabla 1.** Especies vegetales con potencial fitorremediador de los humedales de la cuenca Baja del Río Moche, La Libertad-Perú.

N°	FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	HÁBITO	UTM	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
<b>AMARANTHACEAE</b>					
1	<i>Alternanthera albotomentosa</i> Suess.	"hierba blanca"	hierba	17L0718867 9099370	Hasta los 500 m.s.n.m.
<b>ASTERACEAE</b>					
2	<i>Acmella oppositifolia</i> (Lam.) R.K.Jansen	-	hierba	17L0718821 9099308	Hasta los 500 m.s.n.m.
3	<i>Baccharis salicina</i> Torr. & A.Gray	"chilco"	arbusto	17L0720856 9094534	Hasta los 1500 m.s.n.m.
4	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	"pájaro bobo"	arbusto	17L0721481 9093071	Hasta los 700 m.s.n.m.
5	<i>Wedelia latifolia</i> DC.	"zunchillo"	hierba	17L0720821 9094527	Hasta los 600 m.s.n.m.
<b>BORAGINACEAE</b>					
6	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	"cola de alacrán"	hierba	17L0721481 9093071	Hasta los 250 m.s.n.m.
7	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth	"ortiga mayor"	arbusto	17L0718867 9099371	Hasta los 800 m.s.n.m.
<b>BRASSICACEAE</b>					
8	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	"berro"	hierba	17L0706629 9108126	Hasta los 3000 m.s.n.m.
<b>CLEOMACEAE</b>					
9	<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	"barvas de chivo"	arbusto	17L0718868 9099367	Hasta los 400 m.s.n.m.
<b>COMMELINACEAE</b>					

10	<i>Commelina fasciculata</i> Ruiz & Pav.	"orejita de ratón"	hierba	17L0718867 9099371	Hasta los 800 m.s.n.m.
<b>CONVOLVULACEAE</b>					
11	<i>Cressa truxillensis</i> Kunth		hierba	17L0721481 9093071	Hasta los 100 m.s.n.m.
<b>CYPERACEAE</b>					
12	<i>Cyperus alternifolius</i> L.	"junco"	hierba	17L0718821 9099308	Hasta los 250 m.s.n.m.
13	<i>Cyperus corymbosus</i> Rottb.	"junco sombrero"	hierba	17L0718867 9099371	Hasta los 200 m.s.n.m.
14	<i>Eleocharis elegans</i> (Kunth) Roem. & Schult.	"velita grande"	hierba	17L0718867 9099370	Hasta los 300 m.s.n.m.
15	<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	"velita chica"	hierba	17L0718867 9099370	Hasta los 300 m.s.n.m.
16	<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey.) Soják	"totora"	hierba	17L0706843 9107837	Hasta los 50 m.s.n.m.
<b>EUPHORBIACEAE</b>					
17	<i>Ricinus communis</i> L.	"higuerilla"	arbusto	17L0718792 9099325	Hasta los 1500 m.s.n.m.
<b>FABACEAE</b>					
18	<i>Acacia macracantha</i> Willd.	"espinó"	árbol	17L0721481 9093071	Hasta 1500 m.s.n.m.
19	<i>Crotalaria angustifolia</i> (Gagnep.) Niyomdham	"cascabelillo"	árbol	17L0718867 9099371	Hasta los 400 m.s.n.m.
20	<i>Mimosa pellita</i> Willd.	"uña de gato"	arbusto	17L0718872 9099371	Hasta los 600 m.s.n.m.
<b>MALVACEAE</b>					
21	<i>Sidastrum paniculatum</i> (L.) Fryxell	"pichana"	hierba	17L0721481 9093071	Hasta los 600 m.s.n.m.
<b>ONAGRACEAE</b>					
22	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H.Raven	"flor de clavo"	sufrutice	17L0718867 9099371	Hasta los 400 m.s.n.m.
23	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H.Raven	"flor de clavo"	hierba	17L0721481 9093071	Hasta los 400 m.s.n.m.
<b>PASSIFLORACEAE</b>					
24	<i>Passiflora punctata</i> L.	"granadilla de culebra"	hierba	17L0720865 9094527	Hasta los 600 m.s.n.m.
<b>PLANTAGINACEAE</b>					
25	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	"verónica"	hierba	17L0718821 9099308	Hasta los 200 m.s.n.m.
<b>POACEAE</b>					
26	<i>Brachiaria mutica</i> (Forssk.) Stapf	"gramalote"	hierba	17L0721481 9093071	Hasta los 300 m.s.n.m.
27	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	"grama dulce"	hierba	17L0721701 9093059	Hasta los 200 m.s.n.m.
28	<i>Distichlis humilis</i> Phil.	"grama salada"	hierba	17L0721701 9093059	Hasta los 50 m.s.n.m.
29	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	"grama salada"	hierba	17L0721701 9093059	Hasta los 50 m.s.n.m.
30	<i>Paspalidium paludivagum</i> (Hitchc. & Chase) Parodi	"grama"	hierba	17L0721481 9093071	Hasta los 300 m.s.n.m.
31	<i>Paspalum racemosum</i> Lam.	"gramalote"	hierba	17L0718867 9099371	Hasta los 600 m.s.n.m.

32	<i>Polypogon interruptus</i> Kunth	"grama"	hierba	17L0718867 9099371	Hasta los 300 m.s.n.m.
33	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen	"rabo de zorro"	hierba	17L0718867 9099371	Hasta los 200 m.s.n.m.
34	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	"grama"	hierba	17L0721701 9093059	Hasta los 100 m.s.n.m.
35	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	"carrillo"	hierba	17L0721481 9093071	Hasta los 800 m.s.n.m.
<b>POLYGONACEAE</b>					
36	<i>Persicaria hydropiperoides</i> (Michx.) Small	"pica-pica"	hierba	17L0718867 9099370	Hasta los 400 m.s.n.m.
37	<i>Rumex crispus</i> L.	"lengua de vaca"	hierba	17L0718821 9099308	Hasta los 3000 m.s.n.m.
38	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	"lengua de vaca"	hierba	17L0718867 9099370	Hasta los 3000 m.s.n.m.
<b>SALICACEAE</b>					
39	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	"sauce"	árbol	17L0718867 9099371	Hasta los 2500 m.s.n.m.
<b>TYPHACEAE</b>					
40	<i>Typha angustifolia</i> L.	"inea", "cigarrillo"	hierba	17L0720737 9094555	Hasta los 200 m.s.n.m.
<b>VERBENACEAE</b>					
41	<i>Lantana camara</i> L.	"hierba de la maestransa"	hierba	17L0720865 9094528	Hasta los 300 m.s.n.m.
42	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	"turre hembra"	hierba	17L0718896 9099382	Hasta los 500 m.s.n.m.
<b>VITACEAE</b>					
43	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis	"uvilla de culebra"	hierba	17L0720856 9094533	Hasta los 700 m.s.n.m.

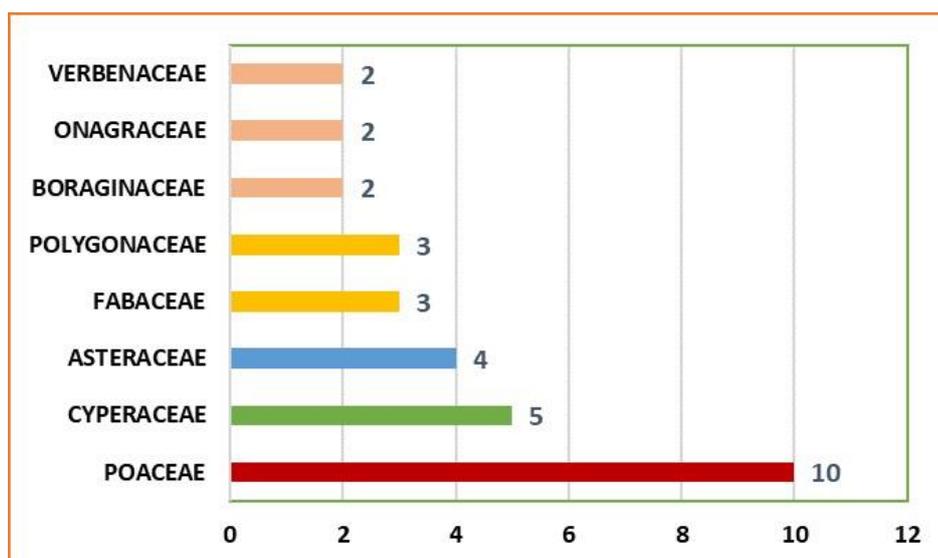


Figura 2. Familias más representativas de la flora con potencial fitorremediador de los humedales de la cuenca Baja del Río Moche, La Libertad- Perú.



Figura 3. *Acacia macracantha* Willd.



Figura 4. *Cleome spinosa* Jacq.



Figura 5. *Persicaria hydropiperoides* (Michx.) Small.



Figura 6. *Typha angustifolia* L.

#### 4. Discusión

Las acciones antrópicas negativas, como es el caso de las actividades de extracción minera y las malas prácticas para el manejo de residuos sólidos y aguas residuales, han conllevado a la gravedad del río Moche, amenazando la salud de los seres vivos y del ambiente. Ante ello, es necesario el surgimiento de tecnologías que busquen remediar los graves impactos ocasionados por el hombre;

siendo la biorremediación, un proceso clave en la remediación y/o reparación de cuerpos de agua contaminados, empleando para tal fin, especies vegetales, bacterias, algas u hongos capaces de bioacumular, biodegradar y/o estatizar metales pasados (Cota et al., 2018; Nieves et al., 2019).

Ahora bien, la Tabla 1, detalla que en los humedales de la cuenca Baja del Río Moche, La Libertad- Perú, se reportan 43 especies de potencial fitorremediador, distribuidas en

38 géneros y 20 familias (Figura 2 y 3). Destacando la familia Poaceae en primer lugar, por tener hasta 10 especies, las Cyperaceae con 5 especies y las Asteraceae con 4 especies. Reportes de Fuentealba & Mejía (2016), corroboran este resultado por las familias de mayor representatividad en los humedales costeros del Perú. Sin embargo, Mostacero et al (2021), sostiene una mayor representatividad de la familia Asteraceae, para los humedales altoandinos del Perú; y es que son las especies enmarcadas dentro de estas familias; las que presentan esa potencialidad de captar, acumular y /o metabolizar contaminantes presentes en agua, suelo o aire; por lo que la fitorremediación se constituye hoy por hoy en una tecnología eficiente y sostenible para la depuración de ecosistemas (Delgadillo et al., 2011; Tello et al., 2015).

Como evidencia del potencial fitorremediador en vegetales, investigaciones de Hernández & Luna (2016), sostienen que los humedales son reservorio de especies potenciales, como *Typha angustifolia*, de la cual se ha demostrado su capacidad de fitorremediación de nitrógeno amoniacal y hierro. Por otro lado, Pedrosa et al (2011) y Ortega et al (2011), afirman la eficiencia de *Salix humboldtiana* en la bioacumulación de zinc y *Gynerium sagittatum* en la bioacumulación de mercurio.

Asimismo, dentro de la familia Poaceae, como especies potenciales tenemos a *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf "gramalote", debido a su potencial en la fitorremediación de Cadmio, el cual alcanza el 95% de eficiencia al inocularse consorcios bacterianos (Ahsan et al., 2019). A su vez reportes de Acosta & Bustamante (2020), Burgos & Diez, (2015) y Medrano (2021), afirman que *Cynodon dactylon* (L.) Pers. "grama dulce", *Distichlis humilis* Phil. "grama salada", *Distichlis spicata* (L.) Greene "grama salada", son eficientes fitorremediadoras de aguas y suelos contaminados por cadmio y azufre. Mientras que *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. "carricillo", es empleada en el tratamiento de aguas residuales domésticas y mineras, debido a su alta capacidad de bioacumular hierro, aluminio e hidróxido férrico (Silva et al., 2021).

De las especies de Cyperaceae en mención (Tabla1), destaca *Cyperus alternifolius* "junco", del cual se tiene conocimiento su capacidad de bioacumular cadmio y plomo en tallo y hoja hasta los 1,69323 ppm (Escobar, 2019). De la misma manera Colchón & Flores (2021),

sostiene que *Cyperus corymbosus* Rottb. "junco sombrero", tiene potencial fitorremediador, el cual se ve incrementado en un 77,55 % ante la presencia de consorcios de bacterias rizósfericas. Asu vez Burgos & Vallejo (2019), sostienen haber demostrado la capacidad de *Eleocharis elegans* (Kunth) Roem. & Schult. "velita grande" y *Eleocharis geniculata* (L.) Roem. & Schult. "velita chica" en la absorción del metal aluminio, con un 82,75% de eficiencia. Por otro lado, destaca *Schoenoplectus californicus* "totora", de la cual existe reportes de ser una especie de alta eficiencia en depurar ecosistemas contaminados con metales pesados. Reportes de Ayasta et al. (2017), corroboran la eficacia de *Schoenoplectus californicus* "totora", al depurar aguas residuales y metales pesados como: cromo, arsénico y cadmio, los cuales son los principales contaminantes del río Moche a consecuencia de las actividades mineras en la cuenca alta del mismo (Sánchez, 2019).

Para la familia Asteracea (Tabla 1), destaca *Baccharis salicina* Torr. & A. Gray "chilco", de la cual se ha demostrado una alta capacidad biorremediadora de suelos contaminados con arsénico, acumulando este contaminante en la raíz, el tallo y las hojas (Cepeda, 2018). En el caso de *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav. "pájaro bobo", Rojas (2020) sostiene una alta capacidad de bioacumular Pb y Zn en zonas influenciadas por la minería informal en el río Tulumayo. Mientras que Mamani (2015), ha demostrado la eficiencia de bioacumular mercurio al evaluar la flora ribereña del río Inambari, donde se ubica una concesión minera en la región de Madre de Dios. A su vez Yáñez & Bárcenas (2012), afirman que esta especie es capaz de tolerar y fitorremediar aguas contaminadas con hidrocarburos con 3 y 6% de concentración.

## 5. Conclusiones

Se reportan 43 especies de flora con potencial fitorremediador de los humedales de la cuenca Baja del Río Moche, las que están distribuidas en 38 géneros y 20 familias; siendo las más representativas por su número de especies: Poaceae (diez especies), Cyperaceae (cinco especies), Asteraceae (cuatro especies), Fabaceae y Polygonaceae (tres especies).

Es necesario continuar con la realización de proyectos y/o investigaciones del tipo básica, que busquen conservar e impulsar en todo momento la sostenibilidad y sustentabilidad de estos recursos promisorios; a la par de incentivar y promover investigaciones aplicadas que permitan implementar nuevas tecnologías dentro del área de la fitorremediación en particular y la biotecnología como tal en general.

## 6. Contribución de los autores

I. K. Fasanando-Lescano: Concepción de la idea, interpretación de datos y aprobación final de informe

J. Mostacero-León: Concepción de la idea, interpretación de datos y aprobación final de informe

A. E. Gil-Rivero: Ejecución del trabajo de campo

A. J. De La Cruz-Castillo: Redacción de informe

S. E. López-Medina: Recolección y procesamiento de datos

J. M. Charcape-Ravelo: Ejecución del trabajo de campo.

## 6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

## 7. Agradecimientos

Un agradecimiento especial al Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú; por el apoyo logístico y de ambientes brindados, posibilitando de esta manera la realización de la presente investigación.

## 7. Referencias Bibliográficas

Acosta, L., Bustamante, D. (2020). Caracterización de microorganismos oxidantes del azufre y su potencial para la recuperación de suelo sódico con la aplicación de azufre. [Tesis para la obtención del Título, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú].

Ahsan, M.T., Tahseen, R., Ashraf, A., Mahmood, A., Najam-ul-haq, M., M. Arslan., Afzal, M. (2019). Effective plant-endophyte interplay can improve the cadmium hyperaccumulation in *Brachiaria mutica*. *World J Microbiol Biotechnol*, 35, 188.

Aponte, H. & Cano, A. (2018). Flora vascular del humedal de Carquín-Hualmay, Huaura (Lima, Perú). *Ecología Aplicada*, 17(1), 69-76.

Ayasta, J., Saavedra, L., Tarrillo, L. (2017). Efectividad de la rizofiltración de la especie "junco" (*Schoenoplectus californicus*) en relación con la calidad de agua de la cuenca alta del Río Moche en condiciones experimentales.

Noviembre 2016-Febrero 2017. [Tesis para la obtención del Título, Universidad de Lambayeque, Perú].

Brako, L., Zarucchi, J. (1993). Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. USA: Ed. Bot. Missouri Bot. Garden.

Burgos, I., & Vallejo, J. (2019). Determinación de la remoción de aluminio por la especie *Eleocharis Elegans* (Juaquillo) y su absorción atómica. [Tesis para la obtención del Título, Universidad Estatal Amazónica, Ecuador].

Burgos, M., & Diez, S. (2015). Eficiencia de la remoción de cromo hexavalente, Cr<sup>6+</sup>, por plantas en humedales artificiales de flujo subsuperficial, 2014. [Tesis para la obtención del Título de Biólogo Microbiólogo, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú].

Carillo, G., Andrade, J., Hernández, y Cobos, V. (2015). La Fitorremediación: una opción limpia para un problema sucio. *Bioagrobiencias*, 2(8), 22-27.

Cepeda, I. (2018). Determinación de la capacidad biorremediadora de las especies *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers y *Verbesina crassiramea* S.F. Blake sobre suelos contaminados con arsénico. [Tesis para la obtención del grado de Maestro, Universidad Francisco José De Caldas, Colombia].

Colchón, R. & Flores, V. (2021). Caracterización de consorcios de bacterias rizósfericas tolerantes al Cr+6 aisladas de malezas y su influencia en la fitorremediación de suelo contaminado. [Tesis para la obtención del Título, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú].

Cota, K., Nuñez, J., Delgado, M., & Martínez, A. (2018). Biorremediación: actualidad de conceptos y aplicaciones.

Delgadillo, A. E., González, C. A., Prieto, F., Villagómez, J. R., & Acevedo, O. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 597-612.

Escobar, G. (2019). Bioacumulación de cadmio y plomo en *Arundo donax* L., *Cyperus alternifolius* y *Leonotis nepetifolia* en sedimentos aluviales en Samne, La Libertad-Perú. [Tesis para título, Universidad Nacional de Trujillo, Perú].

Fuentealba, B., & Mejía, M. (2017). Caracterización ecológica y social de humedales altoandinos del Parque Nacional Huascarán. *Aporte Santiaguino*, 9(2), 303-316.

Hernández, N., & Luna, J. (2016). Prueba piloto para la evaluación de la eficiencia de las plantas fitorremediadoras del humedal Las Tinguas, en el tratamiento de aguas residuales domésticas. [Tesis para obtener el título, Universidad de La Salle, Colombia].

Herrera, P. & Millones, O., (2012). ¿Cuál es el costo de la contaminación minera sobre los recursos hídricos en el Perú? *Economía y Sociedad*, 79,45-49.

Loza, A. & Mendoza, W. (2017). Evaluación poblacional y estado de conservación de *Telmatobius macrostomus* Peters, 1873 (Anura: Telmatobiidae) en humedales altoandinos, Región Pasco-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(2), 145-156.

Mamani, L. (2015). Evaluación de la flora ribereña y su posible uso en la fitorremediación del mercurio en una concesión minera de la región Madre de Dios. [Tesis para título, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú].

Medrano, K. (2021). Biorremediación del *Cynodon* sp. a suelos contaminados con plomo generada por el transporte de minerales en el Callao. [Tesis para Bachiller, Universidad Católica Sedes Sapientiae, Perú].

Ministerio del Ambiente. (2015). Estrategia Nacional de Humedales. Dirección General de Diversidad Biológica. Lima, Perú. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/01/Anexo-Decreto-Supremo-N%C2%B0-004-2015-MINAM2.pdf>

Mostacero, J., Mejía, F., & Gamarra, O. (2009). *Fanerógamas del Perú: Taxonomía, utilidad y ecogeografía*. Trujillo, Perú:

Editorial CONCYTEC.

- Mostacero, J., Mejía, F., Zelada, W., & Medina, C. (2007). Biogeografía del Perú. Asamblea Nacional de Rectores. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Mostacero, J., Yabar, H., López, E., Zelada, W., De la Cruz, A., & Gil, A. (2021). Identification, Mapping and Ethnobotany of Plant Species in the Peruvian High Andean Wetlands: Stimulating Biodiversity Conservation Efforts towards Sustainability. *Journal of Sustainable Development*, 14(2), 66-81.
- Muñoz, A., Hauenstein, E., Faúndez, L. & Möller, P. (2018). Flora and vegetation of Lejía lagoon, a desert ecosystem of the high Puna in northern Chile. *IDESIA*, 36(2), 173-180.
- Nieves, Y., Parra, N., Villanueva, S., & Henríquez, M. (2019). Tech note: bioremediation, enemy of cadmium. *Revista Ingeniería NC*, 26(1), 96-104.
- Ortega, R., Beltrán, J., & Marrugo, J. (2011). Acumulación de mercurio (Hg) por caña flecha (*Gynerium sagittatum*) (Aubl) Beauv. In vitro. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(1), 33-41.
- Pedrosa, M. et al. (2011). Utilization of Willow (*Salix humboldtiana* Willd) as a species for phytoremediation of zinc industry waste. *Sci. For.*, Piracicaba, v. 39, n. 89, p. 117-123.
- Rojas, R. (2020). Evaluación de la rizoabsorción en plantas (*Tessaria integrifolia* L., *Ricinus communis* L. y *Piper aduncum* L.) de la ribera del río tulumayo (chanchamayo, junín) influenciadas por efluentes mineros. [Tesis para título, Universidad Científica del Sur, Perú].
- Sánchez, M. (2007). Incumplimiento del artículo 11° de la Ley General del Ambiente y la contaminación minera del Río Moche-Quiruvilca, 2016. [Tesis para Título, Universidad César Vallejo. Trujillo, Perú].
- Sánchez, M. (2019). Propuesta de fitorremediación para coliformes fecales utilizando la especie *Schoenoplectus californicus* en la Comunidad de Illangama de Guaranda, provincia Bolívar. [Tesis para Título, Universidad de Guayaquil, Ecuador].
- Silva, J., Leal, A., Arismendi, J., & Pérez, A. (2021). Uso de humedales de flujo subsuperficial con *Phragmites australis* como alternativa de biorremediación de fuentes superficiales afectadas por drenajes ácidos de minas de carbón. *Tecnología y ciencias del agua*, 12(6), 196-238.
- Tello, W., Salvatierra, L., Pérez, L. (2015). Evaluación de los mecanismos de eliminación de Pb<sup>2+</sup> en sistemas de fitorremediación en lotes operados con *Salvinia biloba raddi* (acordeón de agua). *Energeia*, 13(13), 10-17.
- Vargas, C., (2015). Gestión integrada del agua de riego en la Cuenca Baja del Río Moche, Trujillo-Perú. [Tesis de maestría, Universidad de Piura, Perú].
- Yáñez, P., & Bárcenas, M. (2012). Determinación de los niveles de tolerancia a hidrocarburos y potencial de fitorremediación de cuatro especies vegetales del sector Baeza-El Chaco, Ecuador. *LA GRANJA, Revista de ciencias de la vida*, 15(1), 27-48.