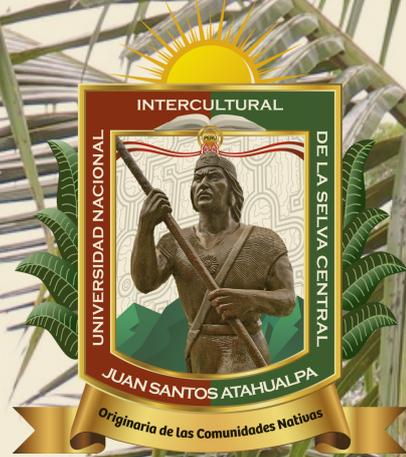


VOL. 3 NUM. 2- 2023

# REVISTA CIENTÍFICA YOTANTSIPANKO



ISSN 2789-5475

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL  
JUAN SANTOS ATAHUALPA

LICENCIA CREATIVE  
COMMONS

DIRECCIÓN: AV. PERÚ 612 - PAMPA DEL CARMEN - CHANCHAMAYO - JUNÍN



# YOTANTSIPANKO

Revista científica multidisciplinaria de la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

## VICEPRESIDENTE DE INVESTIGACIÓN

Dr. Rommel Luis López Alvarado

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

## EDITOR EN JEFE

Mg. Daniel Martín Álvarez Tolentino

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

## COORDINADOR EDITORIAL

Mayela Ruthcenda Jara Inga

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

## CORRECTOR DE ESTILO Y GRAMÁTICA

Lic. Cintya Patricia Sánchez Chumpitasi

Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú

## FIGURA DE PORTADA

Oficina de Comunicaciones e Imagen Institucional

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

## Disponible en texto completo en :

<https://revistas.uniscjsa.edu.pe/index.php/Yotantsipanko>

**ISSN Versión electrónica : 2789-5475**

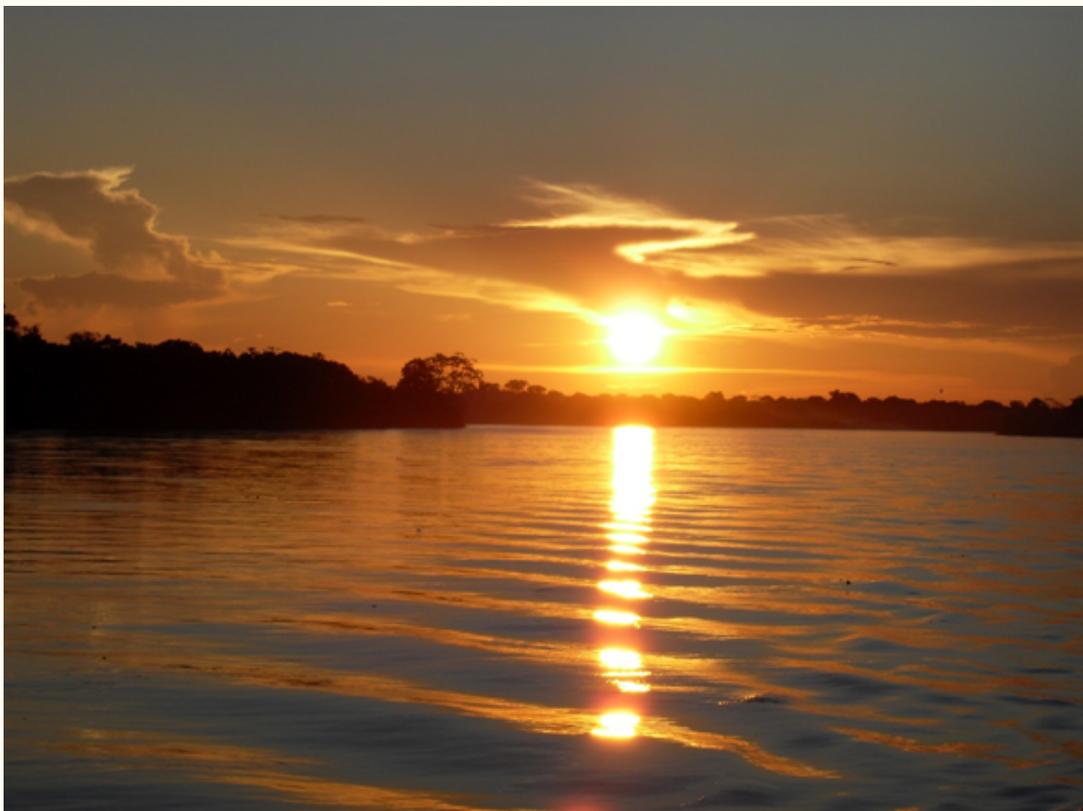


Esta obra está bajo un licencia de Creative Commons Reconocimiento No Comercial 4-0 Internacional.



## EDITORIAL

### Alianzas Institucionales para Impulsar la Investigación en la Selva Central del Perú



La selva Central del Perú es un vasto territorio lleno de biodiversidad y riqueza cultural, en ella se presenta un desafío y, al mismo tiempo, una oportunidad única para el avance del conocimiento científico. A pesar de ser una zona con poco conocimiento e investigaciones realizadas hasta la fecha, nos complace destacar el valioso trabajo conjunto de diversas instituciones, tanto públicas como privadas, que están comprometidas en desentrañar los misterios y promover el desarrollo sostenible en esta zona crucial.

La Selva Central alberga un tesoro de especies únicas y ecosistemas frágiles que requieren atención y comprensión especializada. Sin embargo, el acceso limitado a recursos y la falta de infraestructura han presentado barreras para la investigación científica en esta región. En este contexto, las alianzas institucionales emergen como un catalizador esencial para superar estos desafíos.

Las instituciones públicas, con su mandato de servicio a la comunidad, aportan recursos y experiencia en la gestión sostenible de los recursos naturales. Por otro lado, las instituciones privadas aportan innovación, tecnología y recursos financieros, generando un equilibrio dinámico que puede impulsar proyectos de investigación a largo plazo.



El compromiso de estas instituciones no solo se limita a la investigación científica, sino que se extiende a la capacitación local, la promoción de la educación ambiental y el desarrollo de programas que beneficien directamente a las comunidades locales. Estas acciones no solo generan un impacto inmediato, sino que sientan las bases para un futuro sostenible y equitativo en la Selva Central.

A medida que avanzamos en esta era de desafíos ambientales y sociales, es imperativo reconocer la importancia de las alianzas institucionales en regiones como la Selva Central del Perú.

Invitamos a más instituciones a unirse a este esfuerzo conjunto para desentrañar los secretos de esta región única y contribuir al bienestar de sus habitantes y del planeta en su conjunto. La Selva Central nos espera con sus misterios, y juntos, con nuestras alianzas sólidas, podemos iluminar el camino hacia un futuro más consciente y sostenible.

Los Editores



# CONTENIDO

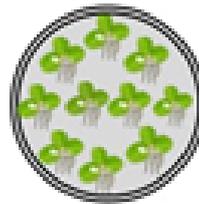
Editorial .....	03
Comportamiento Morfológico del Lentejón de Agua ( <i>Lemna minuta</i> ) y Oreja de Ratón ( <i>Salvinia molesta</i> ) distintas concentraciones de aguas residuales comunales en Chanchamayo, 2023 .....	07
Evaluación de la calidad del agua y estado trófico de la laguna El Oconal, otoño 2022 .....	23
Comportamiento morfológico del pico de loro ( <i>Heliconia psittacorum</i> ) y matico ( <i>Piper aduncum</i> ) en concentraciones de lixiviado de residuos sólidos municipales en una zona tropical del Perú .....	37
Primer listado taxonómico de libélulas (Insecta: Odonata) en la laguna Fortaleza, Pichanaqui (Perú) .....	51
En peligro por su belleza: Perdida de Orquídea .....	63



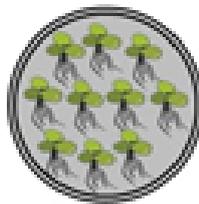
T0  
(sin ARM)



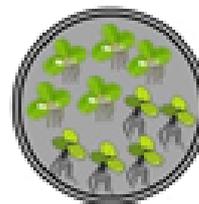
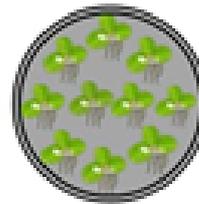
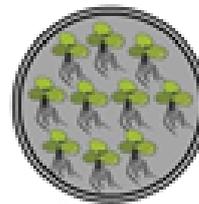
T1  
(100 ml de  
ARM)



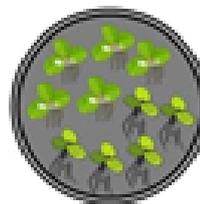
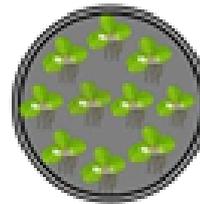
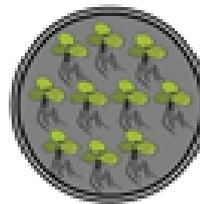
T2  
(200 ml de  
ARM)



T3  
(300 ml de  
ARM)



T0  
(400 ml de  
ARM)



**Comportamiento Morfológico del Lentejón de  
Agua (*Lemna minuta*) y Oreja de Ratón  
(*Salvinia molesta*) distintas concentraciones  
de aguas residuales comunales en  
Chanchamayo, 2023**



ARTICULO ORIGINAL

## Comportamiento Morfológico del Lentejón de Agua (*Lemna minuta*) y Oreja de Ratón (*Salvinia molesta*) distintas concentraciones de aguas residuales comunales en Chanchamayo, 2023

Morphological Behavior of *Lemna minuta* and *Salvinia molesta* under different concentrations of municipal wastewater in Chanchamayo, 2023

Jhelen Nicole Callan Alvites<sup>1\*</sup> , Celina Herminia Cano Vargas<sup>1</sup> 

### RESUMEN

El desarrollo de las comunidades nativas de Chanchamayo conlleva la generación de aguas residuales, resultando en la contaminación de los recursos hídricos, es por ello que la aplicación de tecnologías económicas y viables con recursos propios es una necesidad importante. Por tal razón se estudió el comportamiento de la *Lemna minuta* y *Salvinia molesta*, sometidos a distintas concentraciones de aguas residuales comunales. Se utilizaron tres sistemas: 1) primer sistema con 10 plántulas de *L. minuta*, 2) el segundo 10 plántulas de *S. molesta*, y, 3) el tercero 5 plántulas de cada planta. En total se establecieron 15 tratamientos, resultantes de 5 tipos de concentraciones de agua residual (100 %, 75 %, 50 %, 25 % y 0%) cada una de ellas con 3 repeticiones. Los tratamientos T1 y T2 del sistema de tratamiento 1 y 2 destacaron con un mejor crecimiento, por otra parte, en el sistema de tratamiento 3 fue la *S. molesta* quien destacó en el crecimiento morfológico en los tratamientos con 25 %, 50 % y 75 % de agua residual. Mientras tanto, T3 y T4 mostraron un desarrollo más limitado. Por lo tanto, los tratamientos con 25 % y 50 % de agua residual, de los 3 sistemas fueron más efectivos para el crecimiento de las plantas.

**Palabras clave:** *Lemna minuta*, *Salvinia molesta*, aguas residuales, Pichanaqui.

### ABSTRACT

The development of native communities in Chanchamayo involves the generation of wastewater, resulting in the contamination of water resources. Therefore, the application of cost-effective and viable technologies with local resources is an important necessity. For this reason, the behavior of *Lemna minuta* and *Salvinia molesta* subjected to different concentrations of communal wastewater was studied. Three systems were utilized: 1) the first system with 10 seedlings of *L. minuta*, 2) the second with 10 seedlings of *S. molesta*, and 3) the third with 5 seedlings of each plant. In total, 15 treatments were established, resulting from 5 types of wastewater concentrations (100%, 75%, 50%, 25%, and 0%), each with 3 replications. Treatments T1 and T2 from the first and second treatment systems stood out with better growth. On the other hand, in the third treatment system, *S. molesta* exhibited notable morphological growth in treatments with 25%, 50%, and 75% wastewater. Meanwhile, T3 and T4 showed more limited development. Therefore, treatments with 25% and 50% wastewater, across the three systems, were more effective for plant growth.

**Keywords:** *Lemna minuta*; *Salvinia molesta*; wastewater; Pichanaqui.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Chanchamayo, Perú.

\*Autor de correspondencia.  
E-mail:  
[75311804@uniscisa.edu.pe](mailto:75311804@uniscisa.edu.pe)

Recibido: 15 de dic de 2023  
Aprobado: 23 de dic de 2023  
Publicado: 27 de dic de 2023

### Para citar este artículo

Callan Alvites J., Cano Vargas C. (2023). Comportamiento Morfológico del Lentejón de Agua (*Lemna minuta*) y Oreja de Ratón (*Salvinia molesta*) distintas concentraciones de aguas residuales comunales en Chanchamayo, 2023, Yotantsipanko, 3(2), 07-22. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v3i2.33>



## Introducción

El tratamiento y manejo de aguas residuales se han convertido en un desafío ambiental y social neurálgico en todo el mundo (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2017). La creciente generación de aguas residuales y su impacto negativo en los recursos hídricos locales exigen una atención inmediata, las cuales, en ausencia de un tratamiento efectivo, amenazan a los ecosistemas acuáticos. Las tecnologías de tratamiento de aguas residuales desempeñan un papel crucial en la gestión ambiental y la preservación de recursos hídricos (Rey, 2015). Entre estas tecnologías, la fitorremediación se destaca como un enfoque efectivo y sostenible que involucra el uso de plantas acuáticas para absorber, acumular y transformar contaminantes en el agua (Muñoz, 2018). Es por ello que la aplicación de biotecnologías como los sistemas de macrófitas flotantes es una solución sostenible para reducir el impacto de las aguas residuales sobre los recursos hídricos.

Las macrófitas han sido consideradas por varios autores como una plaga debido a su rápido crecimiento, son plantas invasoras que pueden propiciar eutroficación y crear ambientes para la crianza de vectores de enfermedades, no obstante, si las plantas acuáticas se manejan adecuadamente, su poder de proliferación, habilidad para absorber contaminantes y nutrientes y su capacidad de bioacumulación de

contaminantes las convierten en una herramienta útil en el tratamiento de aguas residuales debido a que se genera interacciones físicas, químicas y biológicas, transformando lo que podría considerarse un desecho en un recurso valioso (Martelo, 2012; Herrera, 2018; Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo [UNASAM], 2020).

El 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas, lo que afecta significativamente la disponibilidad de agua para el consumo humano y las actividades humanas, provocando alteraciones en las fuentes hídricas como ríos, lagos y lagunas (UNESCO, 2021; David et al., 2022). Los tratamientos que involucran macrófitas han demostrado ser eficientes en la remediación de aguas con contenidos de nutrientes, materia orgánica y metales pesados (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2023). Hasta el año 2019 se estima que las plantas macrófitas con mayor estudio son la *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* y la *Lemna minor*; además, se obtuvo valores resaltantes en aquellos que aplicaron macrófitas. Los valores más altos de remoción de contaminantes (DQO y DBO) se dieron en el *Eichhornia crassipes* y la *Lemna minor* siendo la remoción superior al 92 % (Delgado, 2019). Las plantas macrófitas tienen la peculiaridad de una alta predominancia en condiciones naturales adversas, por tanto, *L. minor* es empleada en sistemas de descontaminación de aguas (Panduro, 2021). Según Carranza (2020), la *L.*

*minor* posee alto potencial de acumular Cd, Se y Cu, y en menor medida Cr y Ni en sus tejidos, siendo ideal en la para la fitorremediación debido a su capacidad de acumulación y rápido crecimiento.

Chanchamayo, un valle que posee una significativa cantidad de recursos hídricos, se enfrenta a desafíos ambientales debido al crecimiento de la población y las comunidades nativas circundantes, lo que conlleva a la generación de aguas residuales. Desafortunadamente, en Chanchamayo, estas aguas residuales se vierten sin tratamiento previo en los ríos, resultando en la contaminación de estos cuerpos de agua. Esta problemática no solo afecta a las comunidades nativas, sino que también tiene un impacto negativo en la diversidad biológica, así como en el desarrollo de la región de la selva central. Como consecuencia, la disponibilidad de este recurso hídrico es cada vez más limitada en la provincia. Aunque hay mucha información sobre el uso de plantas macrófitas como el género *Lemna* y la *Salvinia molesta* en sistemas de tratamiento, en Chanchamayo aún hay carencias de información detallada y completa, en cuanto nos referimos al proceso fisiológico y la interacción de las plantas macrófitas durante el proceso de tratamiento de aguas residuales, sobre todo de la especie *L. minuta*.

A través de esta investigación se pretende evaluar el comportamiento morfológico del

Lentejón de agua (*L. minuta*) y Oreja de ratón (*S. molesta*) en distintas concentraciones de aguas residuales comunales para determinar su capacidad de adaptación y supervivencia en condiciones de contaminación variable. Esta investigación no solo contribuirá a mejorar nuestra comprensión de la ecología de estas especies, sino que también podría tener implicaciones importantes para la gestión de los diseños experimentales y la restauración de ecosistemas acuáticos.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

La investigación se llevó a cabo el mes de noviembre del 2023 en las instalaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa (UNISCSJA), ubicada en el distrito de Pichanaqui, región Junín, Perú. La zona presenta una temperatura media anual de 26 °C y una precipitación de 458 mm.

### Macrófitas

Se emplearon dos especies de macrofitas: *Lemna minuta* y *Salvinia molesta* obtenidas de un vivero forestal de Lima. Se utilizaron 225 plántulas de cada especie con homogeneidad en edad y tiempo de siembra.

### Agua Residual Municipal y Comunal (ARM)

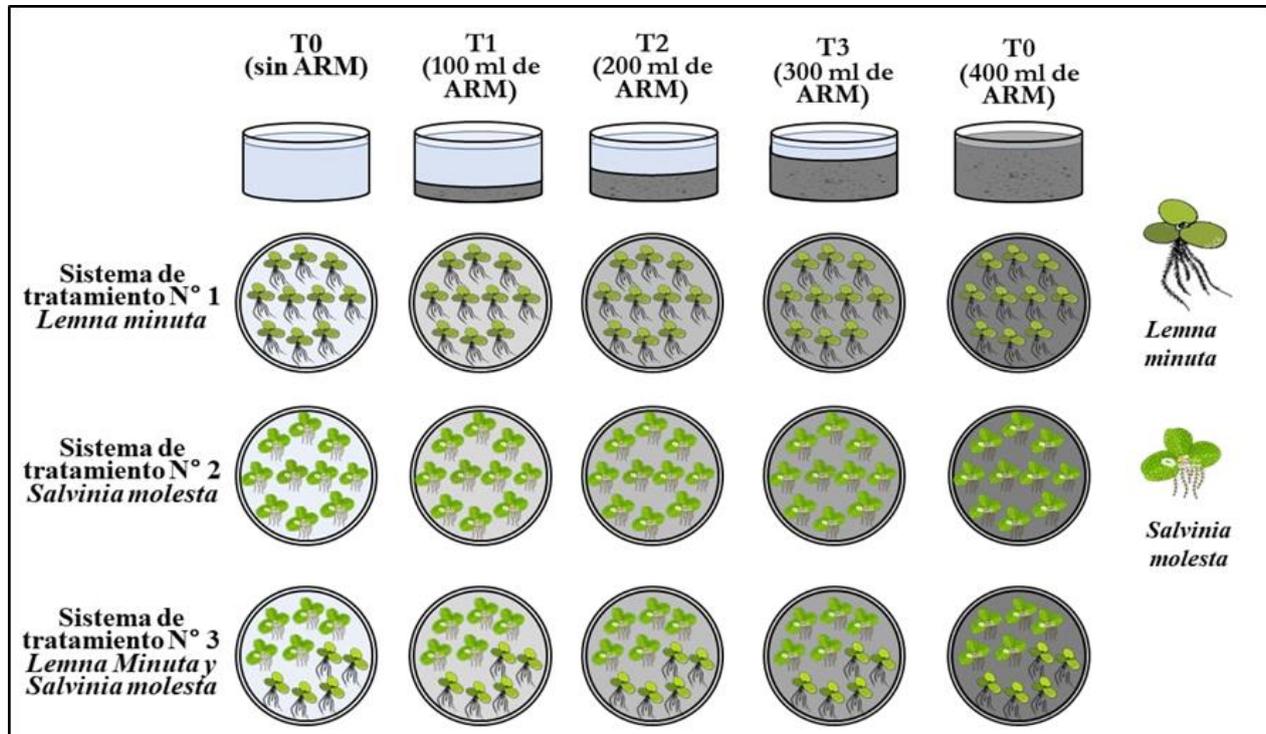
Se llevó a cabo un muestreo compuesto de aguas residuales tomadas en intervalos de tres horas (8.00 am, 11 am y 2 pm) de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Sangani (Hermanos Paucar), en el distrito de Pichanaqui, provincia de Chanchamayo, región Junín, en el centro del Perú. En cada hora de muestreo, se recolectaron 3 litros de agua residual en envases de plástico para su posterior tratamiento.

### Diseño Experimental

Se utilizaron tres sistemas de tratamiento por el método las tandas, el cual consistió en simular pequeñas fuentes de agua residual. Cada sistema consistió de 5 tipos de tratamientos y

con 3 repeticiones cada una. En el primer sistema, por cada tratamiento se distribuyó aleatoriamente 10 plántulas de *L. minuta*; en el segundo sistema se distribuyó aleatoriamente 10 plántulas de *S. molesta*, y, el tercer sistema con 5 plántulas de cada especie.

Los cinco tratamientos (T) implementados en cada sistema fueron: T0 control (sin agua residual), T1 con 25% de agua residual (100 ml), T2 con 50% de agua residual (200 ml), T3 con 75% de agua residual (300 ml) y T4 con 100 % de agua residual (400 ml). Se emplearon recipientes de plástico cilíndricos de 400 ml de capacidad. Cada tratamiento contuvo la cantidad de macrofitas designadas según los tres sistemas (Figura 1).



**Figura 1.** Diseño experimental de los Sistemas de Tratamiento de macrófitas en agua residual municipal y comunal. ARM: Agua Residual Municipal y Comunal

### Evaluación de los parámetros

Estas mediciones se realizaron diariamente durante un período de 19 días, entre las 10:00 am y la 1.00 pm, para garantizar la coherencia y consistencia de los datos a lo largo del estudio.

Se evaluaron los siguientes parámetros morfológicos:

- *Altura total (mm)*. Se recopilaron los registros de medición de ambas macrófitas que nos permitió evaluar el crecimiento vertical de cada una a lo largo del experimento. Para ello, se utilizó como instrumento de medición un vernier de 25 cm de largo y una lupa.
- *Longitud de las raíces sumergidas (mm)*. Se recopilaron los registros de ambas macrófitas que reflejaron la capacidad de absorción de nutrientes y la estabilidad de las plantas. Para ello, se utilizó como instrumento de medición un vernier de 25 cm de largo y una lupa.
- *Número de frondas*. Se recopilaron los registros de ambas macrófitas que fue indicativo de la capacidad de proliferación de las plantas. Se utilizó el método de observación para la cuantificación de frondas.
- *Ancho de frondas (mm)*. Se recopilaron los registros de ambas macrófitas que reflejó la expansión de la superficie foliar a lo largo del experimento. Para ello, se utilizó como instrumento de medición un vernier de 25 cm de largo y una lupa.
- *Longitud de las frondas (mm)*. Las mediciones y registros se llevaron a cabo de manera análoga al ancho de las frondas.

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados a través de la aplicación de la estadística descriptiva con medidas de tendencia central y dispersión. Para determinar el efecto en la morfología de las plantas según los sistemas establecidos, se aplicaron pruebas de análisis de varianza ANOVA y Tukey, considerando la distribución normal de los datos con la prueba de Shapiro-Wilks. Todo el análisis se realizó con un nivel de significancia del 95% con el software PAST 4.03.

## Resultados

### Altura Total

En la Tabla 1, se aprecia el comportamiento de la *L. minuta* y *S. molesta* en los tres sistemas de tratamientos durante las tres semanas del estudio. Los tratamientos mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), los tratamientos T1: planta acuática + 100 ml de ARM y T2: planta acuática + 200ml de ARM del primer sistema de tratamiento presentaron mayor dispersión de datos en relación a la media en las primeras dos semanas de medición. Sin embargo, en el segundo sistema de tratamiento, la *S. molesta* presentó mayor desarrollo que la *L. minuta*, siendo el T1 y T2 los que presentaron mayor significancia de tratamiento. En el sistema de tratamiento N° 3, los tratamientos de *L. minuta* y *S. molesta* presentaron mayor significancia en el desarrollo de la altura en la semana 1 y 2, pero

en la semana 3 se evidencia un crecimiento lento, llegando a desistir el 90% de la *L. minuta* en el T4: planta acuática + 400 ml de ARM. Estos resultados revelan patrones significativos en el crecimiento y desarrollo bajo diferentes

sistemas de tratamiento, donde los tratamientos que contenían menor cantidad de ARM fueron los más exitosos en *L. minuta* y *S. molesta* se adaptó mejor a las diferentes concentraciones de contaminantes del ARM.

**Tabla 1**

*Promedio y desviación estándar de la altura total (mm) según el Sistema de Tratamiento 1: Lemna minuta (L), Sistema de Tratamiento 2: Salvinia molesta (S) y Sistema de Tratamiento 3: Lemna minuta (L)+ Salvinia molesta (S) por semana y tratamientos aplicados (Pichanaqui, Perú).*

Sistema de Tratamiento 1	T	Semana 1 promedio ± DE	Semana 2 promedio ± DE	Semana 3 promedio ± DE			
	T1		10.66±2.74 <sup>a</sup>	18.53±1.92 <sup>a</sup>	27.04±2.7 <sup>a</sup>		
T2		9.22±1.7 <sup>a</sup>	15.51±1.49 <sup>b</sup>	24.48±2.19 <sup>b</sup>			
T3		8.37±1.31 <sup>b</sup>	14.1±1.59 <sup>c</sup>	20.79±1.58 <sup>c</sup>			
T4		8.34±1.18 <sup>b</sup>	13.42±1.29 <sup>c</sup>	SD			
<b>P</b>		<b>0.0029</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>			
Sistema de Tratamiento 2	T1		18.59±4.82 <sup>a</sup>	31.81±4.4 <sup>a</sup>	42.74±4.73 <sup>a</sup>		
	T2		17.16±3.4 <sup>a</sup>	30.17±4 <sup>a</sup>	42.59±4.12 <sup>a</sup>		
	T3		16.33±2.99 <sup>a</sup>	27.08±3 <sup>b</sup>	37.56±3.65 <sup>b</sup>		
	T4		14.46±1.56 <sup>b</sup>	24.39±2.7 <sup>c</sup>	33.89±4.52 <sup>b</sup>		
	<b>P</b>		<b>0.048</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>		
Sistema de Tratamiento 3	T	L	S	L	S	L	S
	T1	10.59±2.58 <sup>a</sup>	18.07±4.17 <sup>a</sup>	19.94±2.5 <sup>a</sup>	30.85±4.17 <sup>a</sup>	28.93±2.28 <sup>a</sup>	41.71±3.97 <sup>a</sup>
	T2	9.85±1.75 <sup>a</sup>	15.72±2.8 <sup>a</sup>	18.22±2.57 <sup>a</sup>	28.15±2.98 <sup>a</sup>	27.59±2.54 <sup>a</sup>	40.41±3.14 <sup>a</sup>
	T3	9.59±2.07 <sup>a</sup>	15.72±2.87 <sup>a</sup>	17.51±2.83 <sup>b</sup>	28.7±3.16 <sup>a</sup>	27.78±2.43 <sup>a</sup>	40.93±3.12 <sup>a</sup>
	T4	9.49±1.65 <sup>a</sup>	15.8±2.91 <sup>a</sup>	SD	26.85±2.46 <sup>b</sup>	SD	37.85±3.21 <sup>b</sup>
	<b>P</b>	<b>0.454</b>	<b>0.134</b>	<b>0.046</b>	<b>0.012</b>	<b>0.287</b>	<b>0.017</b>

DE: desviación estándar. Las letras a, b, c significan diferencias significativas entre los tratamientos a  $p < 0.05$ , SD: las plantas se necrosaron por lo que se consideró sin datos.

### Longitud de Raíces

En la Tabla 2, los tratamientos mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), *L. minuta* en T1: planta acuática + 100ml de ARM durante las tres semanas de monitoreo presentó un crecimiento continuo y progresivo, a diferencia de T2: planta acuática + 200 ml de ARM y T3: planta acuática + 300 ml de ARM. Se observó que el sistema de tratamiento N° 2, la *S. molesta* en T1 y T2 presentaron crecimientos continuos alcanzado valores de hasta 56 mm, sin embargo, T3 y T4 tuvieron un ritmo de crecimiento menos acelerado en las dos últimas semanas. En el sistema de tratamiento N° 3, los tratamientos de *L. minuta* y *S. molesta* presentaron mayor

significancia en el desarrollo de la longitud de raíz en la semana 1 y 2, pero en la semana 3 se evidencia una tendencia hacia un desarrollo pausado, llegando a desistir el 90% la *L. minuta* en el T4: planta acuática + 400 ml de ARM. Estos resultados revelan patrones significativos en el crecimiento y desarrollo bajo diferentes sistemas de tratamiento, donde los tratamientos que contenían mayor cantidad de ARM presentaron una notable desaceleración en el crecimiento en *L. minuta* llegando incluso a una interrupción del mismo y la *S. molesta* se adaptó mejor a las diferentes concentraciones de contaminantes del ARM.

**Tabla 2**

Promedio y desviación estándar de la longitud de raíces (mm) según el Sistema de Tratamiento 1: *Lemna minuta* (L), Sistema de Tratamiento 2: *Salvinia molesta* (S) y Sistema de Tratamiento 3: *Lemna minuta* (L)+ *Salvinia molesta* (S) por semana y tratamientos aplicados (Pichanaqui, Perú).

Sistema de Tratamiento 1	T	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	T1		8.28±2.33 <sup>a</sup>		13.63±2.8 <sup>a</sup>		17.46±1.74 <sup>a</sup>
T2		6.11±1.63 <sup>b</sup>		11.92±3.5 <sup>a</sup>		15.11±1.59 <sup>b</sup>	
T3		5.3±0.83 <sup>b</sup>		8.9±1.04 <sup>b</sup>		13.2±1.01 <sup>c</sup>	
T4		5.18±0.73 <sup>b</sup>		8.37±0.8 <sup>b</sup>		SD	
<b>P</b>		<b>&lt;0.001</b>		<b>&lt;0.001</b>		<b>&lt;0.001</b>	
Sistema de Tratamiento 2	T1	13.02±3.39 <sup>a</sup>		22.32±3.1 <sup>a</sup>		30.1±3.32 <sup>a</sup>	
	T2	12.01±2.39 <sup>a</sup>		21.11±2.78 <sup>a</sup>		29.81±2.85 <sup>a</sup>	
	T3	11.42±2.09 <sup>a</sup>		19.47±3.06 <sup>b</sup>		26.25±2.56 <sup>b</sup>	
	T4	10.51±1.3 <sup>b</sup>		16.71±2.01 <sup>c</sup>		23.69±3.17 <sup>b</sup>	
	<b>P</b>	<b>0.045</b>		<b>&lt;0.001</b>		<b>&lt;0.001</b>	
Sistema de Tratamiento 3	T	L	S	L	S	L	S
	T1	7.4±1.81 <sup>a</sup>	12.63±2.92 <sup>a</sup>	13.94±1.75 <sup>a</sup>	21.57±2.92 <sup>a</sup>	20.23±1.59 <sup>a</sup>	29.15±2.78 <sup>a</sup>
	T2	6.89±1.22 <sup>a</sup>	10.98±1.97 <sup>a</sup>	12.74±1.8 <sup>a</sup>	19.67±2.07 <sup>a</sup>	19.29±1.77 <sup>a</sup>	28.23±2.19 <sup>a</sup>
	T3	6.7±1.42 <sup>a</sup>	10.98±2.01 <sup>a</sup>	12.25±1.97 <sup>b</sup>	20.06±2.21 <sup>a</sup>	19.43±1.7 <sup>a</sup>	28.6±2.18 <sup>a</sup>
	T4	6.54±1.12 <sup>a</sup>	11.05±2.04 <sup>a</sup>	SD	18.77±1.71 <sup>b</sup>	SD	26.44±2.23 <sup>b</sup>
	<b>P</b>	<b>0.461</b>	<b>0.134</b>	<b>0.016</b>	<b>0.012</b>	<b>0.282</b>	<b>0.017</b>

DE: desviación estándar. Las letras a,b,c significan diferencias significativas entre los tratamientos a  $p < 0.05$ , SD: las plantas se necrosaron por lo que se consideró sin datos.

### Número de Frondas

Los tratamientos mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), *L. minuta* en T1 y T2 durante las tres semanas de monitoreo presentaron un aumento progresivo de dos frondas, a diferencia de T3 y T4 que en la semana 2 solo aumento una sola. Se observó que el

sistema de tratamiento 2, la *S. molesta* en T1, T2 y T3 aumentó el doble de frondas que tenían al inicio. En el sistema de tratamiento N° 3, el T3 de la *S. molesta* desarrollo mayor número de hojas (4 frondas en la última semana). Por otro lado, la *L. minuta* del T4 para inicios de la segunda semana ya no presentó brotes de nuevas hojas.

**Ancho de Frondas**

En la Tabla 3, en el primer sistema los tratamientos T1 y T2 mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), el mayor crecimiento desde el primer monitoreo fue de 11.9 mm, a diferencia de T3 y T4 que mostraron crecimientos ralentizados. Se observó que el sistema de tratamiento 2, la *S. molesta* en T1 y T2 presentaron crecimientos continuos

alcanzado valores de hasta 20 mm y 17.8 mm respectivamente. En el sistema de tratamiento N° 3, los tratamientos de *L. minuta* y *S. molesta* presentó mayor significancia en el desarrollo del ancho de frondas en T1 y T2 durante la semana 3, mientras que T4 mostró un desarrollo pausado, llegando a desistir aproximadamente el 90%.

**Tabla 3**

*Promedio y desviación estándar del ancho de frondas (mm) según el Sistema de Tratamiento 1: Lemna minuta (L), Sistema de Tratamiento 2: Salvinia molesta (S) y Sistema de Tratamiento 3: Lemna minuta (L)+ Salvinia molesta (S) por semana y tratamientos aplicados (Pichanaqui, Perú).*

Sistema de Tratamiento	T	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	T1		7.91±1.0 <sup>a</sup>		11.85±1.11 <sup>a</sup>		15.63±1.18 <sup>a</sup>
T2		8.24±0.99 <sup>a</sup>		12.32±1.03 <sup>a</sup>		16.57±1.4 <sup>a</sup>	
T3		7.32±0.71 <sup>b</sup>		9.74±0.62 <sup>b</sup>		12.22±0.68 <sup>b</sup>	
T4		7.12±0.72 <sup>b</sup>		7.82±0.72 <sup>c</sup>		SD	
<b>P</b>		<b>0.0027</b>		<b>&lt;0.001</b>		<b>&lt;0.001</b>	
Sistema de Tratamiento 2	T1	8.94±1.27 <sup>a</sup>		13.25±1.9 <sup>a</sup>		17.09±1.91 <sup>a</sup>	
	T2	8.19±1.16 <sup>a</sup>		12.37±1.17 <sup>a</sup>		16.13±1.1 <sup>a</sup>	
	T3	7.89±1.16 <sup>a</sup>		10.87±1.17 <sup>b</sup>		14.04±1.14 <sup>b</sup>	
	T4	7.77±0.81 <sup>b</sup>		10.53±0.94 <sup>b</sup>		14.14±1.11 <sup>b</sup>	
	<b>P</b>	<b>0.02605</b>		<b>&lt;0.001</b>		<b>&lt;0.001</b>	
Sistema de Tratamiento 3	T	L	S	L	S	L	S
	T1	7.59±1.07 <sup>a</sup>	8.17±1.01 <sup>a</sup>	11.29±1.2 <sup>a</sup>	12.43±1.27 <sup>a</sup>	15.25±1.09 <sup>a</sup>	16.8±1.18 <sup>a</sup>
	T2	7.67±0.8 <sup>a</sup>	8.31±1.33 <sup>a</sup>	11.1±0.99 <sup>a</sup>	11.52±1.52 <sup>a</sup>	14.68±1.05 <sup>a</sup>	15.74±1.9 <sup>a</sup>
	T3	8.38±0.83 <sup>a</sup>	7.87±0.81 <sup>a</sup>	11.26±0.9 <sup>a</sup>	11.12±0.88 <sup>b</sup>	13.31±0.78 <sup>b</sup>	14.62±1.07 <sup>b</sup>
	T4	7.62±0.64 <sup>a</sup>	8.63±0.65 <sup>a</sup>	SD	11.29±0.62 <sup>b</sup>	SD	13.67±0.66 <sup>c</sup>
	<b>P</b>	<b>0.039</b>	<b>0.212</b>	<b>0.865</b>	<b>0.011</b>	<b>0.0001</b>	<b>&lt;0.001</b>

DE: desviación estándar. Las letras a, b, c significan diferencias significativas entre los tratamientos a  $p < 0.05$ , SD: las plantas se necrosaron por lo que se consideró sin datos.

**Longitud de Frondas**

En la Tabla 4, los resultados obtenidos fueron similares al ancho de la fronda debido a la relación que existe entre estas variables. En el primer sistema los tratamientos T1 y T2, el mayor crecimiento fue de 11.3 mm, llegando a medir hasta 17.5 mm y 18.3 mm respectivamente. Por otro lado, el sistema de tratamiento N° 2, la *S. molesta* en T1 y T2 alcanzó

valores de hasta 18.1 mm y 19.2 mm respectivamente, siendo T2 quien registró el mayor crecimiento de 12.7. En el sistema de tratamiento N° 3, los tratamientos de *L. minuta* y *S. molesta* en T1 y T2 presentaron un desarrollo continuo, alcanzando valores de 18.2 mm y 16.6 mm respectivamente, mientras que T4 mostró un desarrollo ralentizado.

**Tabla 4**

Promedio y desviación estándar de la longitud de frondas (mm) según el Sistema de Tratamiento 1: *Lemna minuta* (L), Sistema de Tratamiento 2: *Salvinia molesta* (S) y Sistema de Tratamiento 3: *Lemna minuta* (L)+ *Salvinia molesta* (S) por semana y tratamientos aplicados (Pichanaqui, Perú).

Sistema de Tratamiento 1	T	Semana 1	Semana 2	Semana 3				
	T1		7.73±1.01 <sup>a</sup>	11.17±1.15 <sup>a</sup>	15.18±1.2 <sup>a</sup>			
T2		8.17±1.01 <sup>a</sup>	12.28±0.9 <sup>b</sup>	16.09±1.2 <sup>a</sup>				
T3		6.85±0.61 <sup>b</sup>	9.24±0.58 <sup>b</sup>	11.84±0.72 <sup>b</sup>				
T4		6.72±0.34 <sup>b</sup>	7.45±0.32 <sup>c</sup>	SD				
P		<0.001	<0.001	<0.001				
Sistema de Tratamiento 2	T1		8.06±0.93 <sup>a</sup>	12.49±1.16 <sup>a</sup>	16.4±0.99 <sup>a</sup>			
	T2		7.4±0.94 <sup>a</sup>	11.69±1.19 <sup>a</sup>	15.96±1.03 <sup>a</sup>			
	T3		7.72±1.08 <sup>a</sup>	11.14±1.3 <sup>b</sup>	14.51±1.08 <sup>b</sup>			
	T4		7.63±0.77 <sup>a</sup>	11.13±0.78 <sup>b</sup>	14.33±0.8 <sup>b</sup>			
	P		<0.001	<0.001	<0.001			
Sistema de Tratamiento 3	T	L	S	L	S	L	S	
	T1		8.2±1.11 <sup>a</sup>	7.91±0.92 <sup>a</sup>	12.11±1.01 <sup>a</sup>	12.53±1.4 <sup>a</sup>	15.67±1.06 <sup>a</sup>	16.61±1 <sup>a</sup>
	T2		7.89±1.04 <sup>a</sup>	7.53±1.03 <sup>a</sup>	11.85±0.83 <sup>a</sup>	10.78±1.9 <sup>b</sup>	15.07±0.86 <sup>a</sup>	14.87±1.06 <sup>b</sup>
	T3		7.65±1.12 <sup>a</sup>	7.6±0.95 <sup>a</sup>	9.94±1.49 <sup>b</sup>	10.84±1.4 <sup>b</sup>	13.16±1.4 <sup>b</sup>	13.83±1.44 <sup>b</sup>
	T4		7.43±0.43 <sup>a</sup>	7.33±0.77 <sup>a</sup>	SD	9.77±0.91 <sup>b</sup>	SD	12.7±0.66 <sup>c</sup>
	P		0.1697	0.3788	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

DE: desviación estándar. Las letras a, b, c significan diferencias significativas entre los tratamientos a  $p < 0.05$ , SD: las plantas se necrosaron por lo que se consideró sin datos.

## Discusión

Con base en los hallazgos obtenidos en el análisis del comportamiento morfológico según lo investigado, nos indica que la *L. minuta* es una planta resistente frente a las dosis de 100 ml y 200 ml de ARM, sin afectar considerablemente su desarrollo. Según investigaciones realizadas con *L. minuta* para evaluar su potencial fitorremediador, se ha logrado demostrar que la especie es capaz de eliminar nutrientes de las aguas residuales por bioacumulación, especialmente fosfatos, demostrando tener optimas respuestas fisiológicas. (Ceschin et al, 2020). El estudio realizado nos ayuda a comprender que a medida que aumenta la concentración de agua residual en los tratamientos, la eficacia de la *L. minuta* en la remoción de contaminantes disminuye. Esto podría indicar una posible sensibilidad o menor resistencia de la planta, especialmente en la longitud de raíces cuando se expone a concentraciones más altas de compuestos orgánicos en el agua residual (Espinosa, 2018).

En cuanto al sistema de tratamiento 2, los tratamientos T1: planta acuática + 100 ml de ARM y T2: planta acuática + 200 ml de ARM, tuvieron mejores resultados en todas las variables, cuyos valores mayores alcanzados respectivamente fueron: en la altura total de 49.2 mm y 49.1 mm, en longitud de raíz 34.5 mm y 34.3 mm, en longitud de frondas 18.1 mm y 19.2 mm, ancho de frondas 20 mm y 17.8 mm y

con respecto a número de frondas, ambos a obtuvieron 8 frondas para el día 15 de monitoreo. En la investigación realizada por Martínez (2005) el tamaño de las hojas oscila entre 20 mm y 50 mm, el largo de su raíz puede llegar hasta 5 cm de largo en condiciones normales; cuando crecen aisladas las hojas pueden medir menores de 15 mm de ancho; cada nudo de la planta se desarrolla tres brotes auxiliares, un par da origen a hojas y el tercero a la raíz, esto en condiciones normales.

Sobre el Sistema de Tratamiento 3, se observó que los tratamientos sujetos a concentraciones de 100 ml y 200 ml de ARM exhibieron un desarrollo notablemente superior en comparación con los tratamientos T3 y T4. Este incremento en el crecimiento se reflejó con claridad en la altura promedio registrada durante la fase final de monitoreo, alcanzando valores de 37.4 mm y 37.6 mm, respectivamente. Según las investigaciones de Espinosa (2018) y Martinez (2005), tanto la *Lemna minuta* como la *Salvinia molesta* han sido identificadas como especies altamente adecuadas para la aplicación en sistemas de tratamiento de aguas residuales. Estas plantas acuáticas poseen una tasa de crecimiento constante que las distingue, así como una capacidad significativa para producir biomasa, reproducirse rápidamente y adaptarse morfológicamente. Su versatilidad les permite prosperar en ambientes con diversas

condiciones, lo que las convierte en recursos valiosos para mitigar la contaminación generada por aguas residuales en las diferentes comunidades locales de la provincia de Chanchamayo.

La evaluación del comportamiento morfológico de *L. minuta* y *S. molesta* reveló que las concentraciones de ARM aplicado generaron impacto significativo en las macrófitas. Aspectos como la altura, longitud de raíces, así como el número y longitud de frondas, se diferenciaron a lo largo de las semanas de monitoreo, indicando que la *L. minuta* presentó una disminución en su resistencia en concentraciones más altas de agua

residual y *S. molesta* exhibió una mejor resistencia en condiciones de mayor contaminación, destacando su capacidad para mantener la vitalidad y supervivencia a pesar de las concentraciones más altas de contaminantes.

## Conclusión

Los resultados indican que *S. molesta* en comparación con *L. minuta* podría considerarse una especie más robusta y adaptable a entornos con presencia de altos contenido de sustancias orgánicas en aguas residuales comunales, subrayando su potencial utilidad en estrategias de fitoremediación y tratamiento de agua en la selva central del Perú.

### Contribución de los autores

JNCA: redacción del artículo, diseño metodológico, recolección de datos, análisis de resultados, discusión, revisión final del artículo.

CHCV: redacción del artículo, diseño metodológico, recolección de datos, análisis de resultados, discusión, revisión final del artículo.

### Conflictos de interés

No presenta conflicto de intereses.

## Referencias

- Basilio, C., & Vega, D. (2021). *Evaluación de un eco - sistema de biofiltración y humedal para aguas grises del recinto "La Cabuya", Cantón Balzar*. [Tesis de pregrado, Universidad agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec>
- Carranza, J., & Romero, W. (2020). *Efecto de la concentración y tiempo de contacto de tres biomásas de Lemna minor en la biorremediación de aguas residuales domésticas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe>
- Ceschin, S., Crescenzi, M., & Iannelli, M. (2020). Phytoremediation potential of the duckweeds *Lemna minuta* and *Lemna minor* to remove nutrients from treated waters. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(13), 15806–15814. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08045-3>
- David, D., Álvarez, D., & Zamarrá, J. (2022). *Descripción de las investigaciones sobre el uso de las plantas macrófitas en el manejo de aguas residuales domésticas*. [Tesis de posgrado, Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co>
- Delgado, J. (2019). *Estudio sobre el tratamiento en aguas residuales mediante plantas macrófitas flotantes*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <https://tesis.usat.edu.pe>
- Espinosa, A. (2018). Comparison of the populational characteristics of *Lemna minuta* (ARACEAE: LEMNOIDEAE) in three culture media. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 84-96. <https://www.redalyc.org/journal/776/77658702009/html/>
- Herrera, M. (2018). *Eficiencia de Eichornia spp y Lemna spp nativas en humedales artificiales en la remoción de sulfonato de alquilbenceno lineal de los detergentes presentes en aguas residuales domésticas, Moyobamba - 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2790>
- Martelo, J. (2012). Macrofitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: una revisión del estado del arte. *Revista Scielo*, 8(15), 221-243. <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v8n15/v8n15a11.pdf>
- Muñoz, C. & Novoa, S. (2018). *El humedal artificial como material educativo para la enseñanza de la fitorremediación con Buchón de Agua (Eichhornia crassipes) en sistemas acuáticos dirigido a los maestros de biología del Distrito*. [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://upnblib.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/10509>

- UNESCO. (2017). *Aguas Residuales. El Recurso Desaprovechado*. Un Water. Consultado el 28 de diciembre de 2023 de [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1\\_15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1_15.247647s.pdf)
- ONU. (2023). *Las aguas residuales pueden proporcionar energía a 500 millones de personas*. Noticias ONU. Consultado el 28 de diciembre de 2023 de <https://news.un.org/es/story/2023/08/1523557>
- Panduro, A. & Rojas, J. (2021). *Porcentaje de remoción de contaminantes químicos en aguas servidas domésticas usando macrófitas acuáticas*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1679/ANNEL%20LUCERO%20PANDURO%20PANDURO%20Y%20JUNIOR%20ROJAS%20VELA%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rey, A. (2015). *Estrategia de educación ambiental en torno a la gestión integral del recurso hídrico en las plantas de tratamiento de aguas residuales del municipio de Funza, departamento Cundinamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/817>
- Giraldo, C. (2020). *Eficiencia de la especie eichhornia crassipes - jacinto de agua en el tratamiento del agua residual de la laguna "mansión" para el riego de las áreas verdes en la universidad Peruana Unión*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4254>



**Evaluación de la calidad del agua y  
estado trófico de la laguna El Oconal,  
otoño 2023**



ARTICULO ORIGINAL

## Evaluación de la calidad del agua de la laguna El Oconal – Villa Rica (Pasco), otoño 2023

Water quality assessment of El Oconal Lagoon – Villa Rica (Pasco), autumn 2023

Favio Danilo Carranza Alania<sup>1\*</sup> , Stive Flores Gómez<sup>1,2</sup> , David Wilfredo Rivera Munguía<sup>1</sup> ,  
Perla Azucena Canto Luis<sup>1</sup> , Zarai Sheyly Milla Huaman<sup>1</sup> , Magu Nicole Gonzalo Carrera<sup>1</sup> ,  
Jesús Marino Gómez Miguel<sup>1</sup> 

### RESUMEN

La región Pasco se caracteriza por su amplia variedad de climas y pisos altitudinales; por ende, también por su gran biodiversidad terrestre y acuática. Entre sus principales lagunas, El Oconal, destaca por su rica biodiversidad y dada a su importancia ecoturística, se evaluó la calidad del agua de la laguna El Oconal y se determinó su estado trófico. Para el monitoreo de los parámetros físico-químicos (conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, dureza y fósforo total) se definieron ocho estaciones de muestreo, cuatro de ellas con proximidad a la zona turística (sector 1) y cuatro en el sector centro oeste de la laguna (sector 2). La evaluación se efectuó en otoño del año 2023. De acuerdo a los principales resultados, se encontró diferencia significativa entre los sectores evaluados para oxígeno disuelto, fósforo total y alcalinidad. Asimismo, de todos los parámetros evaluados, el fósforo total excedió el valor establecido como estándar de calidad del agua de la categoría conservación de lagos y lagunas; indicador de un exceso de fósforo en la laguna, cuya fuente tiene relación con los centros recreativos ubicados en el sector noroeste de la laguna. Por otro lado, se determinó que la laguna posee un estado de ultraoligotrófico en el sector 2 y supereutrófico en el sector 1. Se concluye que la calidad de agua de la laguna El Oconal se encuentra deteriorada y necesita de estrategias de recuperación conducente al equilibrio ecológico.

**Palabras clave** eutrofización; fósforo; monitoreo; nutrientes; turismo.

### ABSTRACT

The Pasco region is characterized by its wide variety of climates and altitudinal levels; therefore, also for its great terrestrial and aquatic biodiversity. Among its main lagoons, El Oconal, stands out for its rich biodiversity and given its ecotourism importance, the water quality in the El Oconal lagoon was evaluated and its trophic state was determined. To monitor the physical-chemical parameters (electrical conductivity, total dissolved solids, dissolved oxygen, pH, alkalinity, hardness and total phosphorus), eight sampling stations were defined, four of them close to the tourist area (sector 1) and four in the central western sector of the lagoon (sector 2). The evaluation was carried out in autumn 2023. According to the main results, a significant difference was found between the sectors evaluated for dissolved oxygen, total phosphorus and alkalinity. Likewise, of all the parameters evaluated, total phosphorus exceeded the value established as a water quality standard for the conservation category of lakes and lagoons; indicator of an excess of phosphorus in the lagoon, whose source is related to the recreational centers located in the northwest sector of the lagoon. On the other hand, it was determined that the lagoon has a state of ultraoligotrophic in sector 2 and supereutrophic in sector 1. It is concluded that the water quality of the El Oconal lagoon is deteriorated and needs recovery strategies leading to ecological balance.

**Keywords:** eutrophication; phosphorus; monitoring; nutrients; tourism.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería, Programa de estudios de Ingeniería Ambiental. Cerro de Pasco, Perú.

<sup>2</sup> Graduate Program in Environmental Technology, University of Santa Cruz do Sul (UNISC). Santa Cruz do Sul, Brazil.

\*Autor de correspondencia.  
E-mail:  
[ssang.fav@gmail.com](mailto:ssang.fav@gmail.com)

Recibido: 15 de dic de 2023  
Aprobado: 23 de dic de 2023  
Publicado: 27 de dic de 2023

### Para citar este artículo:

Carranza Alania F., Flores Gómez S., Rivera Munguía D., Canto Luis P., Milla Huaman Z., Gonzalo Carrera M., Gómez Miguel J. (2023). Evaluación de la calidad del agua y estado trófico de la laguna El Oconal, otoño 2023. *Yotantsipanko*, 3(2), 23 - 36. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v3i2.34>



## Introducción

En los ecosistemas lacustres es fundamental conocer la influencia de los nutrientes en las comunidades de fitoplancton, zooplancton y peces, así como los procesos físicos, químicos y biológicos, y para ello es fundamental monitorear la calidad del agua (Guo et al., 2019; Poikane et al., 2022). Además, la determinación de los factores que controlan las interacciones de la red trófica es un tema clave en ecología, y es importante conocer la carga de nutrientes y las respuestas de las comunidades biológicas (Yadav et al., 2021; Rullens et al., 2022).

Los lagos y lagunas del mundo están sometidos a presiones ambientales por un conjunto de factores antrópicos a lo largo de sus orillas (industriales, agrícolas, de abastecimiento de agua, recreativos, etc.), que pueden deteriorar la calidad del agua (El-Serehy et al., 2018) y desencadenar la eutrofización (Buelo et al., 2022). Asociadas a casos de eutrofización están las floraciones algales que causan enfermedades en la salud humana y comprometen servicios ecosistémicos como la disminución de alimentos de origen acuático, el turismo local y la disponibilidad de agua para consumo humano, entre otros (Rodríguez-Martínez et al., 2019; Yao et al., 2018; Zgouridou et al., 2022).

Los estudios en ecología acuática señalan al fósforo como un elemento esencial para todas las formas de vida; pero en altas

concentraciones, junto con el nitrógeno, desencadena el fenómeno de eutrofización, una condición de alta producción de algas y cianobacterias que limitan la disponibilidad de oxígeno y causan mortalidad en la fauna acuática (Sharma et al., 2023). La ciencia busca explicar los procesos de eutrofización en los que se encuentran las cianobacterias como grupo de estudio y preocupación por los efectos negativos que causan en el ecosistema lacustre (Giblin et al., 2022), destacando que su importancia científica favoreció el estudio de las CyanoHABs (*Cyanobacterial harmful algal blooms*) (Aguilera et al., 2023).

Siendo de alta relevancia conocer el estado de conservación el objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua de la laguna El Oconal, desde el monitoreo de los principales parámetros físicos y químicos a fin de contar con información que sea útil para fines de conservación.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

Según la información proporcionada por la Municipalidad Provincial de Villa Rica (2023), y corroborada con la aplicación Google Earth (2023), el distrito de Villa Rica se encuentra sobre las coordenadas -10.7395° S, -75.2741° W a una altitud media de 1470 msnm. Donde se registran temperaturas diarias de entre 15°C a

27°C, con una precipitación anual acumulada de 1978 mm, y una humedad promedio del 89%.

El área de estudio abarcó casi la totalidad de la zona navegable permitida por las autoridades turísticas del sitio, siendo predominantemente el área de la periferia sur - oeste de la laguna El Oconal (Fig. 1), la cual se encuentra sobre las coordenadas -10.7558° S y -75.2727° W, a una altitud de 1466 msnm, con un área total de 164 hectáreas y un perímetro de 5679, 32 metros, colinda por el noreste con la carretera Alto Cedropampa, perteneciente al distrito de Villa

Rica, Pasco – Perú. Por lo que se considera como el cuerpo de agua predominante en el distrito.

### Diseño del muestreo

Se evaluaron dos sectores denominados de la siguiente manera: Sector 1, con cercanía a la zona recreacional turística, y Sector 2, que corresponde a la zona pelágica de la laguna (Figura 1), en cada sector se establecieron 4 estaciones para monitoreo, donde se determinaron los principales parámetros físico-químicos y perifiton.

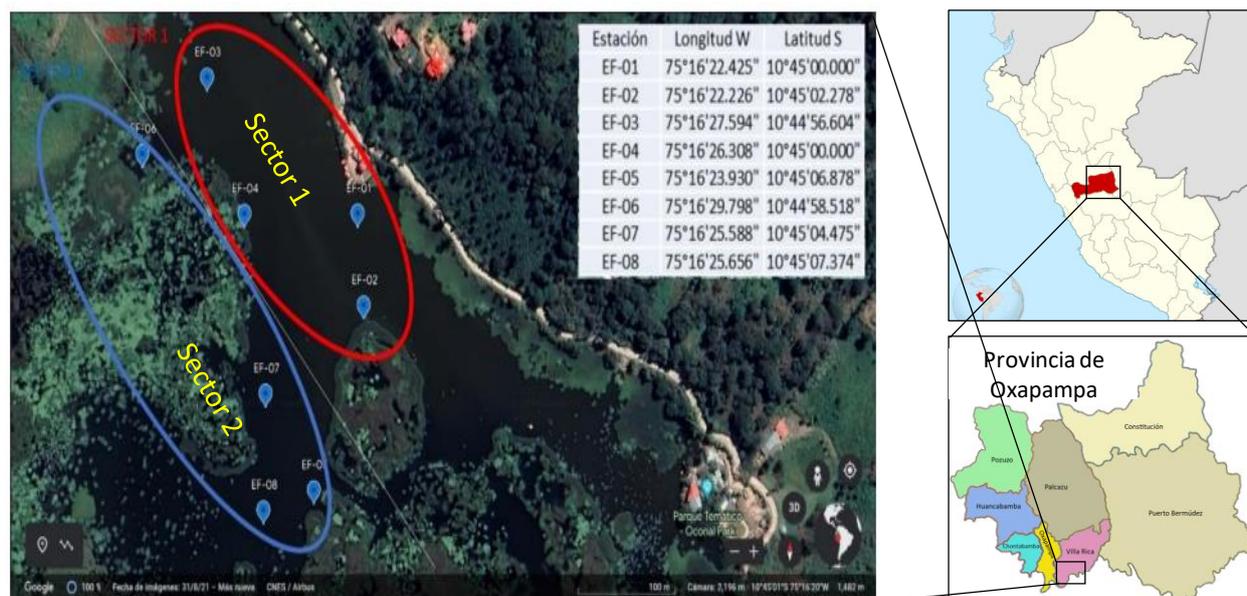


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio, Laguna El Oconal, Villa Rica

### Criterio para la selección de los puntos de muestreo

Los sectores de establecieron con la sospecha previa de contaminación antropogénica, debido a que la periferia norte de la laguna está

predominantemente poblada por recreos turísticos, población urbana, y negocios pequeños. La selección de los puntos de muestreo, se realizó intentando hacer un barrido lo más uniforme posible de los dos sectores

establecidos, teniendo ligeras modificaciones en base a las rutas navegables del lago, las cuales se evaluaron el día de la colecta de muestras (10 de mayo-2023, otoño) según el criterio de los colaboradores implicados en la toma de muestras.

#### **Análisis de parámetros físico – químicos**

Se realizó el análisis químico de oxígeno disuelto in situ para las 8 estaciones de muestreo con el kit de prueba de oxígeno disuelto (OD), modelo OX-2P de la marca HACH, ue emplea el método de valoración por recuento de gotas.

Los siguientes análisis se efectuaron en el Laboratorio de Aguas de Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión filial Oxapampa: los análisis de pH, conductividad eléctrica (CE) y solidos disueltos totales (TDS) se realizaron en las instalaciones del laboratorio de aguas de la, con el dispositivo multiparámetro modelo HI991300 (rango bajo) de la marca HANNA. El análisis de alcalinidad se realizó con el kit de prueba de alcalinidad, modelo AL-AP de la marca HACH, con el método de valoración por recuento de gotas/Ácido sulfúrico. El análisis de dureza total se realizó con el kit de prueba de dureza total, modelo 5-B, de la marca HACH, con el método de titulación por conteo de gota. El análisis de fósforo total (PT) se realizó con el dispositivo fotómetro multiparamétrico C214 + DQO, modelo HI 83214 (C214) de la marca HANNA, mediante el método de ácido ascórbico.

En todos los casos siguiendo las pautas establecidas por el “Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales” y los métodos estandarizados de la *American Public Health Association-APHA* (APHA AWWA, 1985; Autoridad Nacional del Agua, 2016)

#### **Análisis de datos**

Para fines de análisis de la calidad del agua, se contrastaron los valores obtenidos con los estándares de calidad ambiental de acuerdo a la D.S. N° 004-2017-MINAM, considerando la categoría 4: E1 Lagunas y lagos.

La determinación del estado trófico de la laguna se efectuó mediante el empleo del índice de estado trófico (ITS), catalogado a partir de la concentración de fósforo total en el agua y acorde a la escala de valores del estado trófico del agua (Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Escala de valores del estado trófico en los cuerpos de agua* (Cunha et al., 2013)

<b>Categoría</b>	<b>PT (µg/L)</b>
Ultraoligotrófico	≤ 15.9
Oligotrófico	16.3 - 23.8
Mesotrófico	23.9 - 36.7
Eutrófico	36.8 - 63.7
Supereutrófico	63.8 - 77.6
Hipereutrófico	≥ 77.7

Los análisis estadísticos efectuados fueron análisis de varianza mediante aplicación de la prueba t, y también en análisis de correlación de los parámetros físico-químicos y finalmente se efectuó un análisis multivariado, mediante la técnica de clúster. Los análisis se realizaron en el software R (Team, 2013) y en PAST (Hammer et al., 2001).

## Resultados

De acuerdo al análisis de t student efectuado para comparar las medias de los sectores, se encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en el OD, PT y CE, lo cual revela que el sector 1 presentó aguas con mayores concentraciones en los parámetros evaluados (Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Parámetros de calidad de agua (físico-químicos) evaluados de la laguna El Oconal, Pasco. Mayo 2022. Donde OD: oxígeno disuelto, PT: fósforo total, pH: potencial de hidrógeno, TDS: sólidos disueltos totales, CE: conductividad eléctrica, DE: desviación estándar, p: valor resultante de la prueba t student*

Parámetro	Sector 1		Sector 2		p	Diferencia estadística
	Media	DE	Media	DE		
OD (mg/L)	4.0	0.0	3.3	0.5	0.024010	Si
PT (µg/L)	148.0	61	8	15.0	0.004720	Si
pH	7.2	0.2	7.1	0.1	0.225200	No
TDS (NTU)	91.0	1.4	88.3	4.0	0.245400	No
CE (µS/cm)	184.5	2.6	179.3	6.9	0.205100	No
Alcalinidad (mg/L)	130.0	11.5	105.0	10.0	0.016960	Si
Dureza (mg/L)	75.8	18.6	77.3	11.3	0.894700	No

De los parámetros evaluados (OD, PT, pH, CE) en ambos sectores de estudio (sectores 1 y 2), solo el pH cumplió con los estándares de calidad del agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) categoría 4: E1 Lagunas y lagos. Asimismo, de acuerdo con la clasificación de estado trófico (Cunha et al.,

2013), el sector 1 (que tiene proximidad a la zona recreacional turística), se catalogó como Hipereutrófico y el sector 2 como Ultraoligotrófico (Tabla 3).

**Tabla 3.**

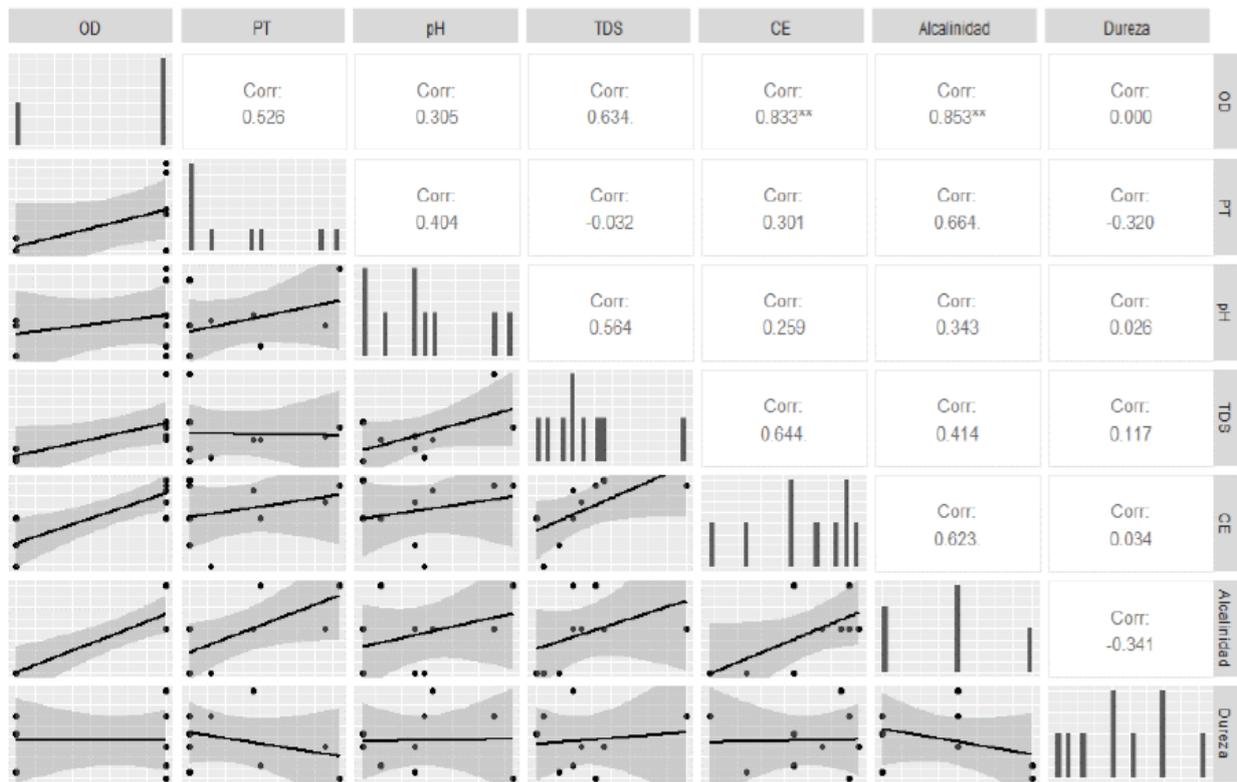
*Parámetros de calidad de agua evaluados en la laguna El Oconal, Villa Rica. Donde Media: promedio, OD: oxígeno disuelto, PT: fósforo total, CE: conductividad eléctrica. \* refiere a estándares de calidad del agua de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 4: E1 Lagunas y lagos; y £ es la catalogación de estado trófico (Cunha et al., 2013)*

Sector	Parámetro	Media	Valor ECA*	Evaluación	Estado trófico £
Sector 1	OD (mg/L)	4	5	No cumple	
	PT (µg/L)	148	35	No cumple	Hipereutrófico
	pH	7.2	6.5 - 9.0	Si cumple	
	CE (µS/cm)	184.5	1000	No cumple	
Sector 2	OD (mg/L)	3.3	5	No cumple	
	PT (µg/L)	8	35	No cumple	Ultraoligotrófico
	pH	7.1	6.5 - 9.0	Si cumple	
	CE (µS/cm)	179.3	1,000	No cumple	

### **Análisis de correlación**

En el análisis de correlación múltiple de los parámetros físico-químicos se logró identificar una correlación positiva significativa entre la conductividad eléctrica y alcalinidad con el oxígeno disuelto (estadísticamente significativo

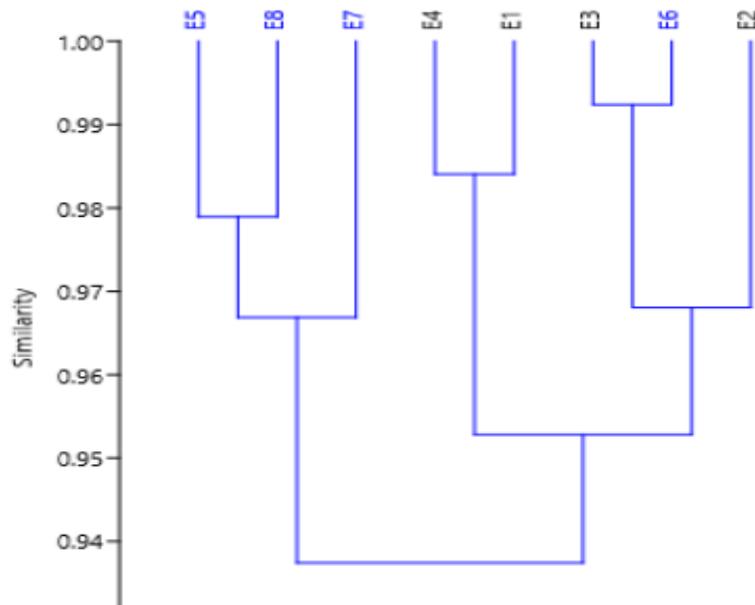
$p < 0.01$ ), con valores de  $r$  superiores a 0.8; mientras que en la mayoría de los otros parámetros se observó correlación moderada con valores de  $r$  que variaron de 0.4 a 0.6 (Figura 2).



**Figura 2.** Análisis de correlación múltiple de los parámetros de calidad de agua evaluados en la laguna El Oconal, Pasco. Donde OD: oxígeno disuelto, PT: fósforo total, TDS: sólidos disueltos totales, CE: conductividad eléctrica. La figura muestra valores de correlación entre las variables. \*\* significa significancia a un valor de  $p < 0.01$

El análisis de clúster efectuado mediante el método de Morisita (Telesca et al., 2016) permitió determinar, a un nivel de similitud de 0.95, dos grupos, el primero compuesto por las estaciones E5, E7 y E8, ubicadas en aguas abiertas o pelágicas, y el segundo compuesto por

las estaciones E1, E4, E3, E6 y E2, ubicados en sectores próximos a la zona recreacional turística. Las características del agua en cada grupo fueron relativamente similares entre sí, pero diferentes entre grupos.



**Figura 3.** Análisis de clúster efectuado mediante el método de Morisita de los parámetros de calidad de agua evaluados, según estaciones de muestreo. E1 - E8 son las estaciones.

## Discusión

Esta investigación representa el primer aporte para la ciencia respecto a la evaluación de calidad del agua de la laguna El Oconal, cuerpo de agua que desde algunas décadas atrás se constituye en un importante atractivo turístico para la selva central del Perú (Lázaro Torres, 2021).

Las peculiaridades abióticas del agua determinan el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, siendo que el exceso de algún componente químico puede ponerlo en desequilibrio ecológico (Testa et al., 2022). Los cuerpos de agua continentales como ríos, lagos o lagunas ubicadas en zonas contiguas a ciudades suelen experimentar problemas de eutrofización por la

mala gestión de las aguas residuales (Al-Taliby & Pandit, 2023).

En nuestro estudio se puso en evidencia un exceso de fósforo en las zonas cercanas a riberas donde se desarrolla actividad recreacional turística, un contexto similar a lo reportado por (Jia et al., 2015), que señalan la modificación del ecosistema acuático por un aumento de la actividad turística. Obviamente, el problema está relacionado a una mala gestión de las aguas residuales que generan los turistas visitantes (Kucaj et al., 2023).

Además, el fósforo total, detonante de procesos de eutrofización en lagunas (Borges et al., 2023), presentó altos niveles en las zonas cercanas a riberas de la laguna El Oconal, por ende

permitieron determinar un estado hipereutrófico, lo cual es preocupante puesto que según (Thornton & Rast, 1994), no deben ser empleadas para fines de recreación o pesca, por ser aguas que pueden ser perjudiciales para la salud humana.

Asimismo, se observó que la concentración de oxígeno disuelto estuvo por debajo del valor establecido en el ECA Agua, categoría 4: E1 Lagunas y lagos, en ambos sectores evaluados. Al respecto, es altamente probable que la materia orgánica producto del aporte no regulado de las aguas residuales estén propiciando proliferación de bacterias que están provocando un déficit de oxígeno en la zona pelágica de la laguna, siendo esto reportado para otros cuerpos de agua similares en otras partes del mundo (Ghandourah et al., 2023); por lo que sería

pertinente que futuras investigaciones estudien esta hipótesis para la laguna El Oconal, ampliando el estudio a las cuatro estaciones climáticas del año e incorporando otras variables más como el nitrógeno, demanda bioquímica de oxígeno, temperatura, turbidez y coliformes, para así poder efectuar una evaluación más robusta de la calidad del agua.

Finalmente, los resultados de nuestro estudio evidencian que la mala gestión de las aguas residuales en los centros de recreación turística de la laguna estudiada está vulnerando su integridad ecológica, por lo que es necesario que las autoridades correspondientes tomen las medidas del caso para que los involucrados propicien un turismo responsable con el ambiente.

#### **Agradecimiento**

A Edson Ramos Peñaloza y Willy Jason Ticona Orna, por su apoyo en los análisis químicos efectuados en el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Daniel Alcides Carrión – Filial Oxapampa.

#### **Contribución de los autores**

FDCA: análisis de resultados y redacción del manuscrito

DWRM: recolección de datos en campo y análisis de resultados

MNGC: recolección de datos en campo y análisis de resultados

PACL: recolección de datos en campo y análisis de resultados

ZSMH: diseño de la investigación, revisión y análisis de datos

SFG: diseño de la investigación, análisis de datos, redacción y revisión

JMGM: diseño de la investigación, revisión y análisis de datos

#### **Conflictos de interés**

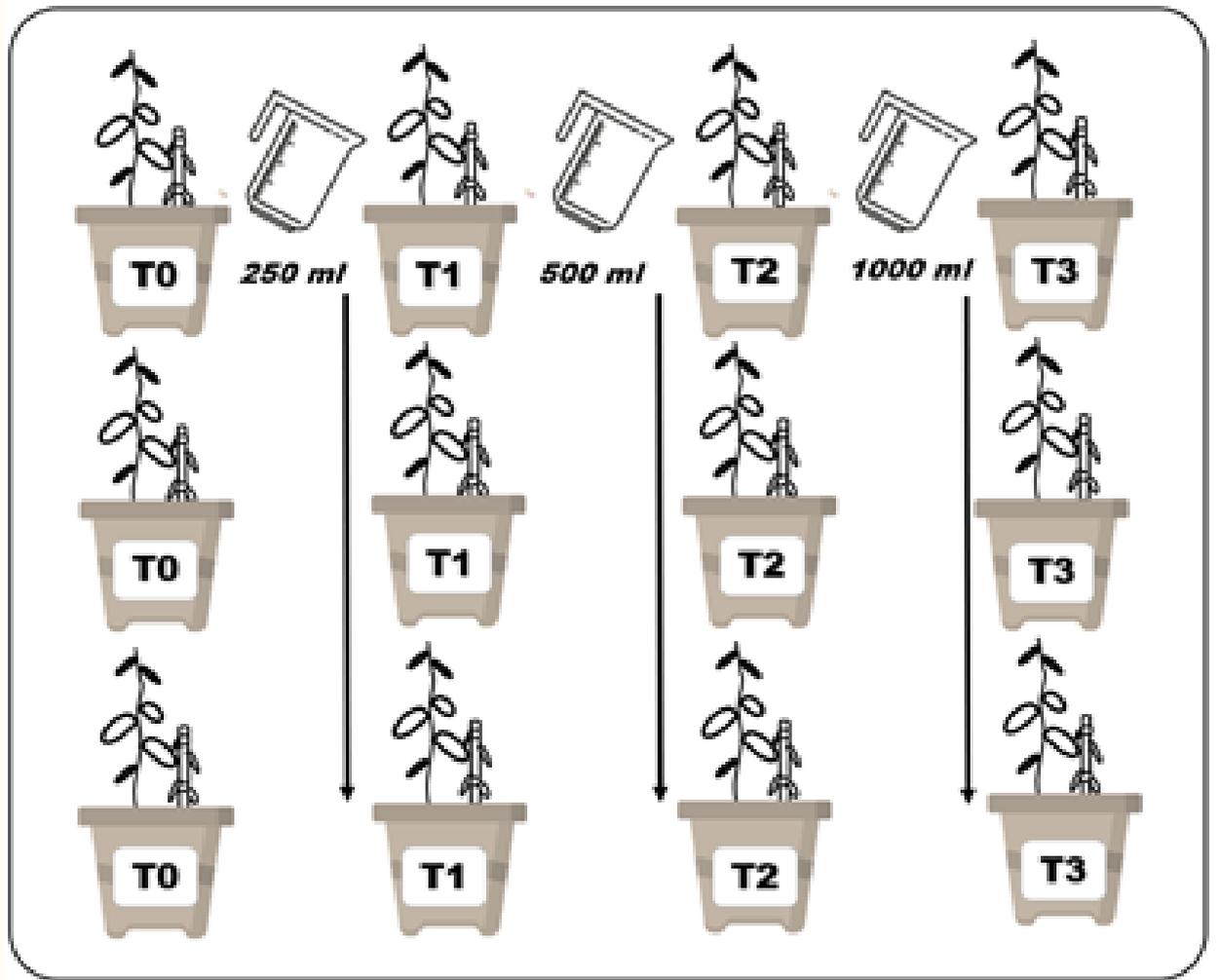
No presenta conflicto de intereses.

## Referencias

- Aguilera, A., Almanza, V., Haakonsson, S., Palacio, H., Benitez Rodas, G. A., Barros, M. U. G., Capelo-Neto, J., Urrutia, R., Aubriot, L., & Bonilla, S. (2023). Cyanobacterial bloom monitoring and assessment in Latin America. *Harmful Algae*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2023.102429>
- Al-Taliby, W., & Pandit, A. (2023). Estimation of nitrogen and phosphorus fluxes into a Barrier Island lagoon via meteoric groundwater discharge. *Science of the Total Environment*, 886. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163927>
- APHA AWWA, W. (1985). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, New York.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos (DCERH) - Publicaciones. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/209>
- Borges, E. L., Kunst-Valentini, M., dos Santos, G. B., Franz, H. S., & Vieira, B. M. (2023). Water Quality Indexes and Multivariate Statistic Methods Application: Case Study of Mirin Lagoon. *Water, Air, and Soil Pollution*, 234(12). <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06746-2>
- Buelo, C. D., Pace, M. L., Carpenter, S. R., Stanley, E. H., Ortiz, D. A., & Ha, D. T. (2022). Evaluating the performance of temporal and spatial early warning statistics of algal blooms. *Ecological Applications*, 32(5). <https://doi.org/10.1002/eap.2616>
- Cunha, D. G. F., Calijuri, M. do C., & Lamparelli, M. C. (2013). A trophic state index for tropical/subtropical reservoirs (TSI<sub>tr</sub>). *Ecological Engineering*, 60, 126–134. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.058>
- El-Serehy, H. A., Abdallah, H. S., Al-Misned, F. A., Al-Farraj, S. A., & Al-Rasheid, K. A. (2018). Assessing water quality and classifying trophic status for scientifically based managing the water resources of the Lake Timsah, the lake with salinity stratification along the Suez Canal. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(7), 1247–1256. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.05.022>
- Ghandourah, M. A., Orif, M. I., Al-Farawati, R. K., El-Shahawi, M. S., & Abu-Zeid, R. H. (2023). Illegal pollution loading accelerate the oxygen deficiency along the coastal lagoons of eastern Red Sea. *Regional Studies in Marine Science*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.102982>

- Giblin, S. M., Larson, J. H., & King, J. D. (2022). Environmental drivers of cyanobacterial abundance and cyanotoxin production in backwaters of the Upper Mississippi River. *River Research and Applications*, 38(6), 1115–1128. <https://doi.org/10.1002/rra.3987>
- Guo, F., Jiang, G., Zhao, H., Polk, J., & Liu, S. (2019). Physicochemical parameters and phytoplankton as indicators of the aquatic environment in karstic springs of South China. *Science of the Total Environment*, 659, 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.329>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), XIX–XX. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-34748886657&partnerID=40&md5=b32644b1c039465d71cd1c90d0cd42e6>
- Jia, J. M., Luo, W., Du, T. T., Li, Z. H., & Lü, Y. L. (2015). Valuation of changes of ecosystem services of Tai Lake in recent 10 years. *Shengtai Xuebao*, 35(7), 2255–2264. <https://doi.org/10.5846/stxb201306031280>
- Kucaj, E., Gjoni, A., Osmani, M., Çela, G., Bardhi, A., Baxhija, Z., & Kucaj, B. (2023). Impact of human activity on the water quality of lake Mullinjëza, Belsh, Albania. In Z. E. (Ed.), *E3S Web of Conferences* (Vol. 436). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343610006>
- Lázaro Torres, A. Z. (2021). Identificación de aves como indicador de la calidad ambiental del área de conservación “Humedal Laguna el Oconal” de Villa Rica, teniendo como referencia el Decreto Supremo No 004-2014-Minagri-2019. UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN, 126. <https://acortar.link/ZdrYpN>
- Poikane, S., Kelly, M. G., Várbró, G., Borics, G., Erős, T., Hellsten, S., Kolada, A., Lukács, B. A., Lyche Solheim, A., Pahissa López, J., Willby, N. J., Wolfram, G., & Phillips, G. (2022). Estimating nutrient thresholds for eutrophication management: Novel insights from understudied lake types. *Science of the Total Environment*, 827. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154242>
- Rodríguez-Martínez, R. E., Medina-Valmaseda, A. E., Blanchon, P., Monroy-Velázquez, L. V., Almazán-Becerril, A., Delgado-Pech, B., Vásquez-Yeomans, L., Francisco, V., & García-Rivas, M. C. (2019). Faunal mortality associated with massive beaching and decomposition of pelagic Sargassum. *Marine Pollution Bulletin*, 146, 201–205. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.015>
- Rullens, V., Stephenson, F., Hewitt, J. E., Clark, D. E., Pilditch, C. A., Thrush, S. F., & Ellis, J. I. (2022). The impact of cumulative stressor effects on uncertainty and ecological risk. *Science of the Total Environment*, 842. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156877>

- Sharma, S., Futter, M. N., Spence, C., Venkiteswaran, J. J., & Whitfield, C. J. (2023). Modelling Subarctic watershed dissolved organic carbon response to hydroclimatic regime. *Science of the Total Environment*, 857. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159382>
- Team, R. D. C. (2013). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R: A Language and Environment for Statistical Computing.
- Telesca, L., Lovallo, M., Golay, J., & Kanevski, M. (2016). Comparing seismicity declustering techniques by means of the joint use of Allan Factor and Morisita index. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 30(1), 77–90. <https://doi.org/10.1007/s00477-015-1030-8>
- Testa, G., Neira, S., Giesecke, R., & Piñones, A. (2022). Projecting environmental and krill fishery impacts on the Antarctic Peninsula food web in 2100. *Progress in Oceanography*, 206. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102862>
- Thornton, J., & Rast, W. (1994). The Management of International River Basins. *Quality of Continental Waters in Mercosur*. Associação Brasileira De Recursos Hídricos (ABRH), 420.
- Yadav, D., Rangabhashiyam, S., Verma, P., Singh, P., Devi, P., Kumar, P., Hussain, C. M., Gaurav, G. K., & Kumar, K. S. (2021). Environmental and health impacts of contaminants of emerging concerns: Recent treatment challenges and approaches. *Chemosphere*, 272. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129492>
- Yao, X., Zhang, Y., Zhang, L., & Zhou, Y. (2018). A bibliometric review of nitrogen research in eutrophic lakes and reservoirs. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 66, 274–285. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2016.10.022>
- Zgouridou, A., Tripidaki, E., Giantsis, I. A., Theodorou, J. A., Kalaitzidou, M., Raitsos, D. E., Lattos, A., Mavropoulou, A.-M., Sofianos, S., Karagiannis, D., Chaligiannis, I., Anestis, A., Papadakis, N., Feidantsis, K., Mintza, D., Staikou, A., & Michaelidis, B. (2022). The current situation and potential effects of climate change on the microbial load of marine bivalves of the Greek coastlines: an integrative review. *Environmental Microbiology*, 24(3), 1012–1034. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15765>



**Comportamiento morfológico del pico de loro (*Heliconia psittacorum*) y matico (*Piper aduncum*) en concentraciones de lixiviado de residuos sólidos municipales en una zona tropical del Perú**



ARTICULO ORIGINAL

## Comportamiento morfológico del pico de loro (*Heliconia psittacorum*) y matico (*Piper aduncum*) en concentraciones de lixiviado de residuos sólidos municipales en una zona tropical del Perú

Morphological behavior of *Heliconia psittacorum* and *Piper aduncum* in leachate concentrations of municipal solid waste in a tropical area from Peru

Fredy Andres Perez Julian <sup>1\*</sup> , Jeferson Walter Barrera Quispe <sup>2</sup> 

### RESUMEN

La generación de lixiviados por residuos sólidos afecta la vegetación en las zonas tropicales, cuya capacidad de atenuación natural aún es desconocida. Es por ello, que el presente estudio evalúa el comportamiento morfológico de la *Heliconia psittacorum* y *Piper aduncum* a 4 tratamientos con concentraciones diferentes de lixiviados (T1: 250 ml, T2: 500 ml; T3: 1 L y T0: 0 ml) cada una con 3 repeticiones con una duración de 21 días. Se realizaron pruebas estadísticas para conocer el impacto de ambas plantas en diferentes dosis de lixiviado. Los resultados indicaron resistencia de las plantas a las diferentes concentraciones probadas con significativas reducciones en el grosor del tallo y tamaño de hoja de *Heliconia psittacorum* y *Piper aduncum* sugiriendo una adaptación de las mismas a las concentraciones de lixiviado lo que las vuelve en potenciales fitoremediadores de lixiviados en la selva central del Perú.

**Palabras clave:** *Heliconia psittacorum*; *Piper aduncum*; lixiviados de residuos sólidos; fitorremediación; Pichanaqui.

### ABSTRACT

The generation of leachate from solid waste affects vegetation in tropical areas, whose natural attenuation capacity is still unknown. Therefore, this study evaluates the morphological behavior of *Heliconia psittacorum* and *Piper aduncum* under four treatments with different concentrations of leachate (T1: 250 ml, T2: 500 ml, T3: 1 L, and T0: 0 ml), each with 3 replications over a duration of 21 days. Statistical tests were conducted to assess the impact of both plants at various leachate doses. The results indicated the plants' resistance to the different tested concentrations, with significant reductions in the stem thickness and leaf size of *Heliconia psittacorum* and *Piper aduncum*. This suggests their adaptation to leachate concentrations, making them potential phytoremediators of leachate in the central jungle of Peru

**Keywords:** *Heliconia psittacorum*; *Piper aduncum*; solid waste leachate; phytoremediation; Pichanaqui.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Chanchamayo, Perú.

\*Autor de correspondencia.  
E-mail:  
[75270607@uniscjsa.edu.pe](mailto:75270607@uniscjsa.edu.pe)

Recibido: 15 de dic de 2023  
Aprobado: 23 de dic de 2023  
Publicado: 27 de dic de 2023

#### Para citar este artículo:

Perez Julian F., Barrera Quispe J. (2023). Comportamiento morfológico del pico de loro (*Heliconia psittacorum*) y matico (*Piper aduncum*) en concentraciones de lixiviado de residuos sólidos municipales en una zona tropical del Perú. *Yotantsipanko*, 3(2), 37 - 50. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v2i3.35>



## Introducción

Con el rápido crecimiento de las áreas urbanas y la constante generación de residuos sólidos sin previo tratamiento, viene produciendo lixiviados en los botaderos informales (Briceño & Vizcardo, 2017). Los lixiviados son una mezcla compleja de sustancias químicas y materia orgánica en los lixiviados constituye uno de los problemas ambientales más apremiantes en el manejo de residuos sólidos (Hidalgo Brito & Marrero Pacheco, 2015; Helar, 2022).

La creciente acumulación de lixiviados plantea riesgos significativos para la calidad del suelo y la salud de los ecosistemas por ende la salud pública siendo un desafío persistente para las autoridades administrativas, además, se agrava debido al incremento de las precipitaciones prolongadas cuando se combinan con prácticas deficientes en la gestión (Quintero Ramírez, Valencia Gonzales, & Lara Valencia, 2017).

Se han utilizado diversas especies de plantas a lixiviados donde se evalúan parámetros morfológicos, como el número de hojas, la longitud de las hojas y la dimensión de la vara floral, sugiriendo su capacidad de tolerancia o absorción de estos compuestos (Rodríguez-Quispe, 2022). Paralelamente, se realizó un estudio experimental con especies de eucalipto para evaluar su capacidad de absorber lixiviados y determinar su capacidad en este proceso, lo cual indican un intento prometedor en la gestión

y reducción de lixiviados obteniendo implicaciones significativas y la protección al medio ambiente (Hernández-Romero, 2020).

Se tienen pocos registros del comportamiento de las especies de pico de loro (*Heliconia psittacorum*) y matico (*Piper aduncum*) en lixiviados, a pesar de que desempeñan funciones de fitorremediación, incluyendo metales pesados como Pb, Cd y Cr y contaminantes orgánicos como hidrocarburos policíclicos (PAHs) y los bifenilos policlorados (PCBs) (Rimac, 2019). Asimismo, su comportamiento morfológico se caracteriza por un sistema radicular profundo y denso que facilita la captación de estos contaminantes, mientras que su capacidad de acumular y transformar los compuestos absorbidos contribuye a la descontaminación del entorno (Chumo Orrala, 2021).

En el distrito de Pichanaqui de la provincia de Chanchamayo está ubicado en la Selva Central del Perú, predominan las actividades de agricultura y comercio (Cochachi Urbano & Sulla Palomino, 2020). El crecimiento poblacional cada vez más numerosa, genera mayor producción de residuos sólidos, los cuales son dispuestos en botaderos y rellenos sin ningún tratamiento previo lo que genera lixiviados que se liberan al ambiente sin control (Mejía Bustillos, 2018).

Conociendo que *H. psittacorum*) y *P. aduncum* crecen en la zona de Pichanaqui, este estudio tiene por objetivo evaluar los efectos del comportamiento morfológico de éstas plantas bajo diferentes concentraciones de lixiviado para comprender los efectos adversos del lixiviado en las plantas y su capacidad de adaptación o vulnerabilidad ante la contaminación ambiental (Vásquez Pinedo, 2010).

## **Materiales y métodos**

### **Área de estudio**

El experimento se realizó en el laboratorio de Bajo Aldea de la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa (UNISCJSA), ubicada en el distrito de Pichanaqui, región Junín en el centro del Perú, con las coordenadas -10.9246743 (Latitud Sur), -74.8768044 (Longitud Oeste).

### **Material de estudio**

Se colectaron plantas *H. psittacorum* y *P. aduncum* de los distritos de San Ramón y La

Merced comprendidos entre una altitud 750 - 850 m.s.n.m. Las muestras provinieron de sitios alejados a la población con la mínima intervención antrópica.

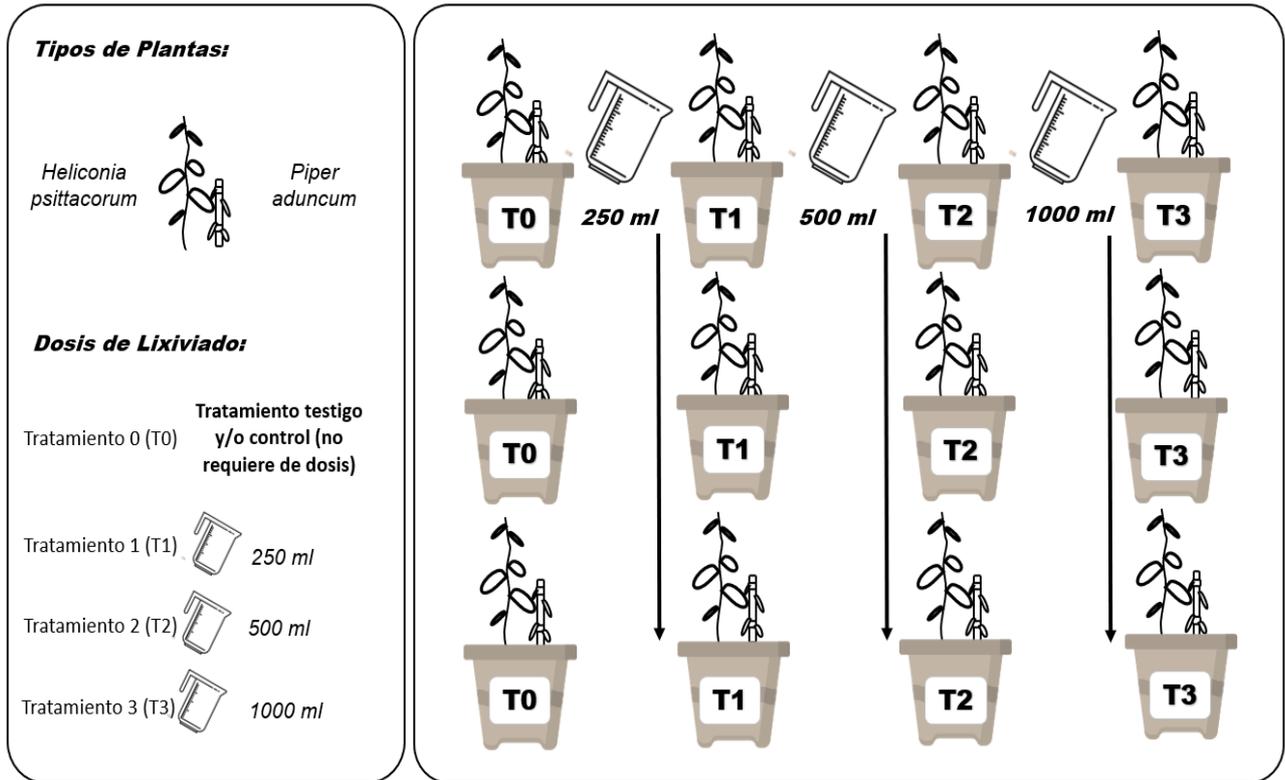
Las plantas empleadas en el estudio tuvieron una altura y diámetro homogénea

### **Lixiviado**

Se colectó 7 L de muestras de lixiviados del botadero de Alto Kimiriki cerca Pichanaqui, conforme con el protocolo de monitoreo de la calidad de efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

### **Diseño experimental**

Se aplicó un diseño de bloques aleatorios. Se establecieron 4 tratamientos: T0 con 0 ml de lixiviados, el T1 con 250 ml de lixiviados, T2 con 500 ml de lixiviados y T3 con 1L de lixiviados, en todos los tratamientos se incorporó 4 Kg de tierra negra, más dos plantas de *Heliconia psittacorum* y *Piper aduncum* con sus 3 repeticiones, teniendo una duración de 21 días (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema del diseño experimental del comportamiento morfológico de *Heliconia psittacorum* y *Piper aduncum* según los 4 tratamientos aplicados.

### Evaluación de los parámetros

- **Altura del tallo (cm).** Se tomaron registros de la altura de los tallos de ambas plantas desde el comienzo del experimento, cierto registro se realizó una vez por semana en un periodo de 21 días. Se utilizó un flexómetro de 150 cm para su medición.
- **Diámetro de tallo (cm).** Se tomaron registros del diámetro de los tallos de ambas plantas desde el comienzo del experimento, se realizó una vez por semana en un periodo de 21 días. Se utilizó un flexómetro de 150 cm.
- **Número de hojas.** Se tomaron registros del número de hojas de ambas plantas desde el comienzo del experimento, se realizó una vez por semana en un periodo de 21 días. Se utilizó el método de la observación para determinar su cuantificación.
- **Altura de la hoja (cm).** Se tomaron registros de la altura céntrica de las hojas de ambas plantas desde el comienzo del experimento, se realizó una vez por semana en un periodo de 21 días. Se utilizó un flexómetro de 150 cm para su medición.

### **Análisis estadístico**

Se calcularon los promedios y desviación estándar. Para comprobar el efecto de los tratamientos se aplicará la prueba de ANOVA y T de Student a datos con distribución normal. Con un nivel de significancia del 95%. Se utilizó el software PAST 4.01

### **Resultados**

#### **Altura de tallo**

En la Tabla 1 se aprecia la altura del tallo de la *Heliconia psittacorum* según la dosis dada durante las tres semanas del estudio. Los tratamientos mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), se diferencia el T0: concentrado integral (control); con el T1: concentrado integral + 250 ml de lixiviado; T2: concentrado integral + 500 ml de lixiviado y el T3: concentrado integral + 1 L de lixiviado. Los resultados muestran que las dosis del lixiviado

en el suelo con la *Heliconia psittacorum* no le afectó, ya que la *Heliconia psittacorum* se adaptó a las concentraciones, pero si es distinto al control debido a que son resistentes a los contaminantes. Asimismo, se presenta la altura del tallo de la *Piper aduncum* en función de la dosis administrada a lo largo de las tres semanas de investigación. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ). Se distingue el T0 como control y/o testigo, consistente en concentrado integral; el T1: concentrado integral + 250 ml de lixiviado; el T2: concentrado integral + 500 ml de lixiviado; y el T3: concentrado integral + 1 L de lixiviado. Los resultados indican que las dosis de lixiviado en el suelo no afectaron el desarrollo de la *Piper aduncum*, ya que esta especie se adaptó a las concentraciones. No obstante, se observa una diferencia con el control, sugiriendo que la *Piper aduncum* es resistente a las concentraciones de lixiviados.

**Tabla 1**

Promedio y desviación estándar de la altura de tallo de la *Heliconia psittacorum* y *Piper aduncum* según tratamientos aplicados.

Tratamientos	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>
T0	41,5±1,5 <sup>a</sup>	8.17±1.04 <sup>a</sup>	42,17±1,26 <sup>a</sup>	8.57±0.81 <sup>a</sup>	42,57±1,27 <sup>a</sup>	8.57±0.4 <sup>a</sup>
T1	28,32±2,52 <sup>b</sup>	6,67±0,29 <sup>b</sup>	28,93±2,32 <sup>b</sup>	7±0,2 <sup>a</sup>	29,27±2,47 <sup>b</sup>	7,05±0,3 <sup>b</sup>
T2	32±3 <sup>b</sup>	7±0,50 <sup>b</sup>	32,27±2,95 <sup>b</sup>	7,27±0,31 <sup>a</sup>	32,6±3,05 <sup>b</sup>	6±1 <sup>a</sup>
T3	34,33±2,08 <sup>b</sup>	7±1 <sup>b</sup>	34,63±2,11 <sup>b</sup>	34.63±0,29 <sup>b</sup>	34,8±2,14 <sup>b</sup>	6,57±0,4 <sup>a</sup>
<b>p</b>	<b>0,0008052</b>	<b>0.6269</b>	<b>0,0005494</b>	<b>0.005277</b>	<b>0,0006769</b>	<b>0.00121</b>

T0: concentrado integral (control); T1: concentrado integral + 250 ml de lixiviado; T2: concentrado integral + 500 ml de lixiviado; T3: concentrado integral + 1 L de lixiviado. a, b Valores con superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

### Diámetro del tallo

En el Tabla 2 se aprecia el diámetro del tallo de la *Heliconia psittacorum* según la dosis dada durante las tres semanas del estudio. Los tratamientos mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), se diferencia el T0 y el T1 con el T2 y T3. Los resultados muestran que las dosis del lixiviado en el suelo con la *Heliconia psittacorum* no le afectó al T2 y T3, ya que la *Heliconia psittacorum* se adaptó a las concentraciones, pero si es distinto al T0 y el T1. Asimismo, se presenta la variación en el

diámetro del tallo del *Piper aduncum* en función de la dosis administrada a lo largo de las tres semanas de observación. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ), siendo notables las disparidades entre T0 en comparación con T1, T2 y T3. Los resultados indican que las dosis de lixiviado en el suelo no afectaron a la *Piper aduncum* en los tratamientos T1, T2 y T3, ya que la planta se adaptó a dichas concentraciones, a diferencia de lo observado en T0.

**Tabla 2**

Promedio y desviación estándar del diámetro del tallo de la *Heliconia psittacorum* y *Piper aduncum* según tratamientos aplicados.

Tratamientos	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>
T0	6,67±0,57 <sup>a</sup>	5.63±0.45 <sup>a</sup>	6,7±0,56 <sup>a</sup>	7.1±0.17 <sup>a</sup>	6,87±0,5 <sup>a</sup>	7.2±0.35 <sup>a</sup>
T1	5,5±0, 4 <sup>a</sup>	3,4±1,22 <sup>b</sup>	5,53±0,4 <sup>a</sup>	5,57±0, 4 <sup>b</sup>	5,63±0,45 <sup>a</sup>	5,5±0, 4 <sup>b</sup>
T2	5,33±0, 4 <sup>b</sup>	4,27±0,64 <sup>a</sup>	5,37±0,35 <sup>b</sup>	4,77±0,25 <sup>b</sup>	5,43±0, 4 <sup>b</sup>	4,5±5,67 <sup>b</sup>
T3	5,17±0,57 <sup>b</sup>	3,83±0,76 <sup>a</sup>	5,43±0, 5 <sup>b</sup>	4,7±0,75 <sup>b</sup>	5,27±1 <sup>b</sup>	4,7±0,61 <sup>b</sup>
<b>p</b>	<b>0,02164</b>	<b>0.04675</b>	<b>0,01673</b>	<b>0.0006355</b>	<b>0,01409</b>	<b>0.0006111</b>

T0: concentrado integral (control); T1: concentrado integral + 250 ml de lixiviado; T2: concentrado integral + 500 ml de lixiviado; T3: concentrado integral + 1 L de lixiviado.

a,b Valores con superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas (p<0.05).

**Número de hojas**

En el transcurso de las tres semanas de investigación, no se observan disparidades

significativas entre los tratamientos en la Tabla 4

tanto para el *Heliconia psittacorum* así como el *Piper aduncum*.

**Tabla 4**

Promedio y desviación estándar del número de hojas de la *Heliconia psittacorum* y *Piper aduncum* según tratamientos aplicados.

Tratamientos	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>
T0	1,67±0,58 <sup>a</sup>	2.33±0.58 <sup>a</sup>	2,33±0,58 <sup>a</sup>	2.33±0.58 <sup>a</sup>	2,33±0,58 <sup>a</sup>	2.67±0.58 <sup>a</sup>
T1	1,67±0,58 <sup>a</sup>	1,67±0,58 <sup>a</sup>	1,67±0,58 <sup>a</sup>	1,67±0,58 <sup>a</sup>	1,67±0,58 <sup>a</sup>	1,67±0,58 <sup>a</sup>
T2	1,33±0,58 <sup>a</sup>	1,67±0,58 <sup>a</sup>	1,33±0,58 <sup>a</sup>	1,33±0,58 <sup>a</sup>	1,33±0,58 <sup>a</sup>	1,33±0,58 <sup>a</sup>
T3	1,33±0,58 <sup>a</sup>	1,33±0,58 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	1,67±0,58 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	1,67±0,58 <sup>a</sup>
<b>p</b>	<b>0,7477</b>	<b>0.2679</b>	<b>0,2159</b>	<b>0.2679</b>	<b>0,06033</b>	<b>0.0661</b>

T0: concentrado integral (control); T1: concentrado integral + 250 ml de lixiviado; T2: concentrado integral + 500 ml de lixiviado; T3: concentrado integral + 1 L de lixiviado.

A: no son significativamente diferentes (p<0.05).

### Longitud de la hoja central

En el Tabla 3 se aprecia el diámetro del tallo de la *Heliconia psittacorum* según la dosis dada durante las tres semanas del estudio. Los tratamientos mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), se diferencia el T0 con el T1, T2 y T3. Los resultados muestran que las dosis del lixiviado en el suelo con la *Heliconia psittacorum* no le afectó al T1, T2 y el T3, ya que la *Heliconia psittacorum* se adaptó a las concentraciones, pero si es distinto al T0. Asimismo, reveló que existen variaciones significativas entre los tratamientos, indicando

que las concentraciones aplicadas ejercieron influencias distintas en el crecimiento de la hoja en comparación con el tratamiento de control y/o testigo. La concentración de 250 ml mostró ciertas divergencias con respecto al tratamiento testigo, al igual que la concentración de 500 ml. Por otro lado, la concentración de 1 L evidenció diferencias notables en comparación con el tratamiento de control. Estos hallazgos influyen de manera distinta en los resultados obtenidos durante el periodo de observación de tres semanas.

**Tabla 3**

Promedio y desviación estándar de la longitud de la hoja central de la *Heliconia psittacorum* y *Piper aduncum* según tratamientos aplicados.

Tratamientos	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>	<i>Heliconia psittacorum</i>	<i>Piper aduncum</i>
T0	32,73±0,93 <sup>a</sup>	6.27±0.64 <sup>a</sup>	32,87±0,95 <sup>a</sup>	6.83±0.29 <sup>a</sup>	33,03±0,99 <sup>a</sup>	6±1 <sup>a</sup>
T1	29,2±1,05 <sup>b</sup>	4,5±0,7 <sup>a</sup>	29,63±0,59 <sup>b</sup>	5,33±0,79 <sup>b</sup>	29,47±1,07 <sup>b</sup>	5,07±0,84 <sup>a</sup>
T2	29,9±0,95 <sup>b</sup>	5,13±0,91 <sup>a</sup>	29,97±0,99 <sup>b</sup>	5,13±0,5 <sup>b</sup>	30,07±0,99 <sup>b</sup>	4,33±0,42 <sup>a</sup>
T3	29,23±1,31 <sup>b</sup>	4,6±0,6 <sup>a</sup>	29,3±1,25 <sup>b</sup>	4,83±0,35 <sup>b</sup>	29,33±1,31 <sup>b</sup>	3,73±0,64 <sup>b</sup>
<b>p</b>	<b>0,01098</b>	<b>0.05901</b>	<b>0,009814</b>	<b>0.0004305</b>	<b>0,01021</b>	<b>0.0305</b>

T0: concentrado integral (control); T1: concentrado integral + 250 ml de lixiviado; T2: concentrado integral + 500 ml de lixiviado; T3: concentrado integral + 1 L de lixiviado.

a,b Valores con superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

## Discusión

Según los resultados dados en el estudio del comportamiento morfológico, nos indica que la *Heliconia psittacorum* es una planta resistente frente a las dosis de 250 ml, 500 ml y 1 L de lixiviado, sin afectar su desarrollo. Asimismo, en otra investigación realizada con *Heliconia psittacorum* para evaluar su potencial fitorremediador, se ha logrado demostrar que la especie presenta por encima del 70 % de remoción sin detrimento de sus propiedades fisiológicas, se evidenció que las plantas que mayormente soportaron las condiciones de estrés fueron la heliconia (Pedroza, Tirado, & Polanco, 2021). Debido a que es una planta fitorremediadora de hiperacumulación, que tiene la capacidad de concentrar contaminantes en sus tejidos a niveles muy por encima de los normales, sin presentar síntomas de toxicidad (Coral Ceballos & Gómez Angulo, 2017). El estudio realizado de la *Heliconia psittacorum* como una alternativa para minimizar los contaminantes, nos da a conocer que es una planta fitorremediadora que lleva a cabo algunos procesos como la fitoextracción donde esta planta se encarga acumular metales en las hojas y en las raíces; la rizofiltración las raíces se encargan de absorber y degradar los compuestos orgánicos que se encuentren ya sea en el suelo o en el agua (Rebolledo Muñoz, 2018).

Por otra parte, Según los resultados derivados del análisis del comportamiento morfológico, se

ha evidenciado que la *Piper aduncum* exhibe una notable resistencia ante las dosis de 250 ml, 500 ml y 1 L de lixiviado, sin que ello conlleve repercusiones negativas en su desarrollo (Chumo Orrala, 2021). En otro contexto investigativo enfocado en la planta mencionada, destinado a evaluar su potencial fitorremediador, se ha logrado establecer que esta especie presenta una eficacia de remoción superior al 76%, preservando sus propiedades fisiológicas y demostrando adaptabilidad a variaciones climática estas mismas por sus características destacables fueron aquellas que exhibieron una resistencia más pronunciada (Rodríguez-Quispe, 2022).

La *Piper aduncum*, identificada como una planta fitorremediadora de hiperacumulación, se caracteriza por su habilidad para concentrar contaminantes en sus tejidos a niveles considerablemente elevados, sin manifestar síntomas de toxicidad es por ello que se considera una alternativa para mitigar la presencia de contaminantes (Hidalgo Brito & Marrero Pacheco, 2015). Entre ellos, se destaca la fitoextracción, donde acumula metales tanto en hojas como en raíces, así como la rizofiltración, proceso mediante el cual las raíces se encargan de absorber y degradar compuestos orgánicos, ya sea en el suelo o en el agua circundante (Hernández-Romero, 2020).

Por consiguiente, se concluye que ambas plantas demuestran resistencia en su comportamiento morfológico frente a la presencia de lixiviados de residuos sólidos, específicamente en lo que respecta al pico de loro (*Heliconia psittacorum*) y al mático (*Piper aduncum*). Además, se considera fundamental llevar a cabo investigaciones más exhaustivas con el objetivo de analizar a fondo y comprender de manera integral los beneficios fitorremediadores ofrecidos por ambas plantas. Estudios más complejos permitirán una evaluación más detallada de los procesos y mecanismos involucrados en la capacidad de estas plantas, proporcionando información valiosa que podría ser crucial para aplicaciones prácticas en el ámbito de la fitorremediación.

## Conclusión

El análisis del comportamiento morfológico de *Heliconia psittacorum* y *Piper aduncum* reveló que las concentraciones de lixiviado aplicado no generaron impacto significativo en la planta en la altura y longitud de las hojas, pero sí en el diámetro y longitud de las plantas.

Este hallazgo sugiere que *Heliconia psittacorum* y *Piper aduncum* podrían considerarse especies adaptables en entornos con presencia de lixiviado, subrayando su potencial utilidad en estrategias de fitorremediación.

### Contribución de los autores

FAPJ: redacción del artículo, diseño metodológico, recolección de datos, análisis de resultados, discusión, revisión final del artículo.

JWBQ: redacción del artículo, diseño metodológico, recolección de datos, análisis de resultados, discusión, revisión final del artículo.

### Conflictos de interés

No presenta conflicto de intereses.

## Referencias

- Briceño, B., & Vizcardo, Y. (2017). *Diseño De Un Sistema Integral De Tratamiento En Un Relleno Sanitario Para Los Residuos Sólidos Municipales Del Distrito De Chuquibamba-Condesuyos* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7259>
- Cochachi Urbano, Z. K., & Sulla Palomino, Y. J. (2020). *Mentalidad de progreso en los migrantes huancavelicanos de la Cooperativa Agraria Cafetalera Selva Alta, del Distrito de Pichanaqui 2016-2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6091/T010\\_73028127\\_T\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6091/T010_73028127_T_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Coral Ceballos, P. D., & Gómez Angulo, L. (2017). *Evaluación de la eficiencia de la especie heliconia psittacorum en la remoción de mercurio proveniente de los efluentes mineros en un entable de Suárez-Cauca*. [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca]. <https://repositorio.uniautonoma.edu.co/bitstream/handle/123456789/18/T%20IA-M%20052%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Helar, C. G. M. (2022). *Centro de tratamiento de residuos sólidos con talleres de capacitación en el centro poblado El Milagro, Trujillo – 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/10285>
- Hidalgo Brito, R., & Marrero Pacheco, D. (2015). *Proyecto de instalación de planta de tratamiento de lixiviados sostenible, caso aplicado al vertedero de Duquesa* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña]. [https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/811/Proyecto de instalación de planta de tratamiento de lixiviados sostenible%2C caso aplicado al vertedero de Duquesa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/811/Proyecto%20de%20instalaci%C3%B3n%20de%20planta%20de%20tratamiento%20de%20lixiviados%20sostenible%2C%20caso%20aplicado%20al%20vertedero%20de%20Duquesa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mejía Bustillos, P. J. (2018). *Implementación de un programa de capacitación para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos en paucarbamba distrito de amarilis huánuco, noviembre 2017 – abril 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad De Huánuco]. [http://200.37.135.58/bitstream/handle/123456789/963/T\\_047\\_73055057T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://200.37.135.58/bitstream/handle/123456789/963/T_047_73055057T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pedroza, J., Tirado, D., & Polanco, M. (2021). Aprovechamiento Sostenible De Especies Vegetales Para Fitorremediación De Vertidos En La Producción Porcícola Del Sena Clem Tuluá. *Revista hemeroteca unad*, 15(2), 09-17, <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/4835/5294>

Rebolledo Muñoz, D. A. (2018). *Heliconia psittacorum una alternativa para minimizar los efectos causados por el hombre*. SCRIBD. Consultado el 19 de noviembre de 2023 de, <https://es.scribd.com/document/376991941/Heliconia-Psittacorum-Una-Alternativa-Para-Minimizar-Los-Efectos-Causados-Por-El-Hombre>

Rimac Leon, A. C. (2019). Bioplásticos. [Tesis de bachiller, Universidad Científica del Sur]. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/806/TB-Rimac%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



**Primer listado taxonómico de libélulas  
(Insecta: Odonata) en la laguna Fortaleza,  
Pichanaqui (Perú)**



ARTICULO ORIGINAL

## Primer listado taxonómico de libélulas (Insecta: Odonata) en la laguna Fortaleza, Pichanaqui (Perú)

First taxonomic list of dragonflies (Insecta: Odonata) in Fortaleza lagoon, Pichanaqui (Peru).

Jessica Zaida Muñoz Hermitaño <sup>1</sup> , Elian Dayana Quispe Briceño <sup>2</sup> , Frank Jhorsy Matta Flores <sup>2</sup> , Lesmer Crispin Abregu <sup>2</sup> 

### RESUMEN

El objetivo de la presente es identificar las especies de libélulas (Insecta: Odonata) en la Laguna Fortaleza, Pichanaqui ubicado en la selva central del Perú. El trabajo de campo se llevó a cabo en el periodo comprendido de los meses de junio y julio del 2023. La investigación fue de tipo descriptivo, in situ para la identificación y clasificación de las libélulas, teniendo como resultado la identificación de 5 especies en la laguna Fortaleza: Libélula rayadora de bandas negras (*Erythrodiplax umbrata*), Libélula rayadora amarillina (*Perithemis tenera*), Libélula rayadora de puntas negras (*Uracis imbuta*), Libélula de cola azul común (*Ischnura elegans*) y Libélula rayadora colorada (*Erythrodiplax fusca*), considerados controladores biológicos de mosquitos y demás insectos. Además, los odonatos son considerados bioindicadores de la salud de los ecosistemas acuáticos. La diversidad de especies aún es desconocida en la laguna Fortaleza por lo que se recomiendan más estudios.

**Palabras clave** Libélula; Pichanaqui; caracterización taxonomía.

### ABSTRACT

The aim of this study is to identify dragonfly species (Insecta: Odonata) in Fortaleza Lagoon, Pichanaqui, located in the central jungle of Peru. Fieldwork was conducted during the months of June and July 2023. The research was descriptive and carried out in situ for the identification and classification of dragonflies. The result was the identification of 5 species in Fortaleza Lagoon: Black-banded Dragonfly (*Erythrodiplax umbrata*), Amber-striped Dragonfly (*Perithemis tenera*), Black-tipped Striped Dragonfly (*Uracis imbuta*), Common Blue-tailed Dragonfly (*Ischnura elegans*), and Red-striped Dragonfly (*Erythrodiplax fusca*), considered biological controllers of mosquitoes and other insects. Additionally, odonates are regarded as bioindicators of the health of aquatic ecosystems. The diversity of species in Fortaleza Lagoon is still unknown, suggesting the need for further studies.

**Keywords:** Dragon-fly; Pichanaqui; taxonomy characterization.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marco, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Pichanaqui, Perú.

\*Autor de correspondencia.  
E-mail: [jessiczaida1@gmail.com](mailto:jessiczaida1@gmail.com)

Recibido: 04 de dic de 2023  
Aprobado: 23 de dic de 2023  
Publicado: 27 de dic de 2023

#### Para citar este artículo:

Muñoz Hermitaño J., Quispe Briceño E., Matta Flores F., Crispin Abregu L. (2023). Primer listado taxonómico de libélulas (Insecta: Odonata) en la laguna Fortaleza, Pichanaqui (Perú). *Yotantsipanko*, 3(2), 51 - 62. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v3i2.36>



## Introducción

Las libélulas, conocidas también como Odonata, son insectos aerodinámicos y coloridos, las cuales se encuentran en una variedad de hábitats, desde ríos y lagos hasta bosques y praderas (Román, 2019).

Son considerados indicadores de la salud y el equilibrio del ecosistema. También son importantes en el control biológico de diversos organismos, como plagas de cultivos o vectores de enfermedades (Román, 2019). Además, desempeñan un papel crucial en las redes tróficas de los ecosistemas, ya que son fuente de alimento para diversas especies de aves, reptiles, peces y anfibios (Antonio 2015; Román 2019).

Las larvas de los odonatos son relativamente sedentarias; por ello, son utilizados para evaluar el nivel de variabilidad de los ecosistemas fluviales y calidad del agua, debido a la tolerancia de las larvas a las perturbaciones ambientales, específica para cada especie (Tisnado, et al. 2020).

Los odonatos e insectos constituyen una biodiversidad de importancia en la selva Central del Perú, pero la falta de inventarios faunísticos para priorizar y centrar los esfuerzos de conservación y recuperación de ecosistemas provoca acciones incompletas y poco efectivas. Por otro lado, es importante resaltar el grado de endemismo de cada especie, la ocurrencia en

poblaciones naturales y la frecuencia de observación o recolección de cada especie se utilizan como criterios para definir la lista de especies vulnerables y en peligro de extinción (Ferreira, et al. 2002).

Mediante la investigación se desea contribuir a la primera identificación de especies de libélulas encontradas en la laguna Fortaleza del distrito de Pichanaqui con el fin de contribuir con información para promover la conservación de los mismos y su hábitat.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El estudio fue realizado en la Laguna Fortaleza, ubicada en el distrito de Pichanaqui, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín, Perú. Situada en las coordenadas -10°92 '80.12 latitud sur y -74°86 '63.5 longitud oeste, a una altitud 470.59 m.s.n.m.

### Método

La investigación fue de tipo descriptivo, con enfoque cualitativo y diseño no experimental, in situ utilizando la técnica de la observación.

### Selección de zona de muestreo

Se consideró un transecto de 500 metros de longitud tipo sendero, donde se ubicaron 6 puntos de fácil acceso alrededor de la laguna Fortaleza, para realizar la identificación de los

odonatos, mediante capturas con una malla entomológica y registro de tomas fotográficas (Figura 1).



**Figura 1.** (A) Vista de la laguna Fortaleza, desde Google Eart con la ubicación de los puntos de observación. (B) Vista panorámica de la laguna La Fortaleza.

El muestreo se realizó en un horario comprendido de 10:00 am a 2:00 pm, cerca de las orillas por todo el perímetro de la laguna Fortaleza, realizando un descanso de 30 min en cada punto determinado (P1, P2, P3, P4, P5, P6), para esperar y observar la presencia de las libélulas.

#### Identificación taxonómica

Una vez capturados se procedió a la toma de fotos con una cámara profesional, comparando con claves biológicas y bibliografía especializada de Heckman (2006).

## Resultados

Las especies de libélulas registradas en la laguna Fortaleza fueron 5 diferentes especies, las cuales se muestran a continuación:

### 1. Libélula rayadora de puntas negras (Uracis

#### Imbuta)

- **Reino:** Animalia.
- **Filo:** Artrópodos.
- **Clase:** Insecto.
- **Orden:** Odonata.
- **Suborden:** Anisópteros.
- **Familia:** Libellulidae.
- **Género:** Uracis.

- **Nombre Científico:** *Uracis Imbuta*

**Importancia:**

Esta especie de libélula es fundamental ecológicamente y muy importante en el ecosistema acuático, influye de manera significativa en la conservación y limpieza del agua, lo cual es vital para dar pie a las investigaciones de la salud ambiental del medio ambiente.

**Biología:**

El apareamiento se da en el aire, el macho antes de sujetarle la cabeza con pinzas especiales ubicadas en el extremo de su abdomen la hembra arquea su abdomen hacia adelante para reunir sus órganos sexuales y se produce la fertilización. La hembra pone los huevos cerca o en el agua. Las larvas son unos depredadores feroces, los cuales, mediante la máscara, (brazo retráctil) que tienen bajo la boca, cazan otros animales: renacuajos, peces e incluso otras larvas de libélula.

**Características físicas:**

Sus alas son de color transparente con rayas negras y en la parte final una mancha de color negro puro. También muestra un color gris en la parte central de cuerpo, en el abdomen tiene anillos de un color de gris y negro, los ojos son de color negro, tiene 6 patas. Sección apical del pene en vista lateral

dos veces tan larga como ancha. Lámina vulvar proyectada más allá del ápice abdominal.

**2. Libélula rayadora de bandas negras**  
(*Erythrodiplax umbrata*)

- **Reino:** Animalia.
- **Filo:** Artrópodos.
- **Clase:** Insecto.
- **Orden:** Odonata.
- **Suborden:** Anisópteros.
- **Familia:** Libellulidae.
- **Género:** *Erythrodiplax*.
- **Nombre Científico:** *Erythrodiplax umbrata*

**Importancia:**

Los adultos cumplen una función ecológica en la calidad de la salud ambiental lo cual es fundamental para las investigaciones científicas, estudios climáticos, etc. también juega una parte crucial en el control de enfermedades ya que son depredadores de mosquitos y zancudos así evita enfermedades como la fiebre y la malaria.

**Biología:**

Su apareamiento se da cuando el macho deposita esperma en su genitalia secundaria que está localizada en la parte ventral de los segmentos abdominales. El macho se acerca a la hembra por detrás y la agarra detrás de la cabeza con los accesorios de comprensión en el extremo de su abdomen. El acoplamiento

ocurre cuando la hembra, mientras está detenida, mueve su abdomen hacia arriba y hacia abajo, con ello remueve el esperma del macho. La incubación de los huevos dura alrededor de 3 o 4 semanas y en su período de ninfa tiene una duración aproximadamente de 2 meses y se alimentan de pequeños espacios acuáticos. Para llegar a su etapa de adulta para la hembra se toma de un tiempo entre 3-6 días y 3-5 días en los machos.

#### **Característica física:**

En su etapa adulta alcanza entre 38 a 47 mm, la longitud del abdomen es de 23 a 34 milímetros, su longitud de ala trasera es de 25 a 34.5 mm y la longitud de su pterostigma es de 3.0 a 5.3 mm. Además, se caracteriza por el color marrón oscuro o del negro a través de cada ala entre el nodus y el estigma, la diferencia de la hembra es su tonalidad de color marrón y mucho más común que las otras, con extremidades marrones y alas claras, en caso de los juvenes de ambos sexos se asemejan a la forma femenina marrón, pero tienen puntos abdominales laterales grises.

### **3. Libélula rayadora ambarina (*Perithemis Tenera*)**

- **Reino:** Animalia.
- **Filo:** Artrópodos.
- **Clase:** Insecto.

- **Orden:** Odonata.
- **Suborden:** Anisópteros.
- **Familia:** Libellulidae.
- **Género:** *Perithemis*.
- **Nombre Científico:** *Perithemis tenera*.

#### **Importancia:**

Las ninfas forman un acoplamiento importante en las cadenas alimentarias para los pescados y otros vertebrados acuáticos y contribuyen a la estabilidad de las redes tróficas.

#### **Biología:**

Son de los pocos anisópteros en donde el macho corteja a la hembra antes de la comulación, lo cual consiste en volar ante ella con movimientos de las alas que asemejan una danza sincronizada. La cópula es de poca duración, algunos segundos, después de la cual se separan y la hembra desova entre vegetación flotante o troncos. Asimismo, el macho acompaña hasta que desove, la incubación del huevo dura alrededor de 3 o 4 semanas y en su período de ninfa su duración de 2 1/2 meses, la maduración tiene entre 4-7 días en las hembras y 3-6 días en los machos, una vez que la ninfa se ha desarrollado totalmente y el clima es el adecuado, se completa la metamorfosis en la libélula.

**Características físicas:**

Es una libélula de tamaño pequeño de 2-3 cm., los machos tienen el cuerpo amarillo café y las alas amarillo anaranjado intenso, de sus familias todos son de colores enteros. Son bastante peculiares ya son territoriales y se posan a muy corta distancia sobre el agua y en la punta de ramitas, con el cuerpo y las alas completamente horizontales además cuenta con una espiritrompa, dos antenas, 6 patas y tienen las alas membranosas cubierta de escamas.

**4. Libélula de cola azul común (*Ischnura elegans*)**

- **Reino:** Animalia.
- **Filo:** Artrópodos.
- **Clase:** Insecto.
- **Orden:** Odonata.
- **Suborden:** Zygoptera.
- **Familia:** Coenagrionidae.
- **Género:** *Ischnura*.
- **Nombre Científico:** *Ischnura elegans*.

**Importancia:**

Son importantes en la cadena trófica, investigaciones y como indicadores biológicos, asimismo, juega una parte crucial en el control de enfermedades ya que son depredadores de mosquitos y zancudos así evita enfermedades como la fiebre y la malaria.

**Biología:**

Su apareamiento se da cuando el macho pega su cola en la parte inferior del abdomen de la hembra, fertiliza los huevos y su copulación dura alrededor de ½ hora. Las hembras ponen sus huevos de forma solitaria sobre la vegetación flotante, la incubación de los huevos dura alrededor de 3 o 4 semanas y en su período de ninfa tiene una duración aproximadamente de 3 meses y está se alimentan de pequeños insectos acuáticos (larvas de culícidos), la maduración tiene entre 4-6 días en las hembras y 2-5 días en los machos, una vez que la ninfa se ha desarrollado totalmente y el clima es el adecuado, se completa la metamorfosis en la libélula adulta que se arrastra fuera del agua a un tallo de una planta.

**Características físicas:**

Tiene una proyección alargada, en la edad adulta su longitud desde la cola hasta la cabeza es de aproximadamente 25 - 32 mm., sus alas son de color transparente y miden 16 mm. Además se son de color azul y negra en los machos, de un abdomen largo y delgada, presenta una llamativa mancha azul casi al final de la cola, los ojos son de color negro con puntos azules en la parte superior de la cabeza, en cambio de las hembras puede ser de un color rosa salmón, verde pálido y con bandas en la parte del tórax de color marrón pálido, a medida que la libélula envejece, la

hembra adulta pueden ser de color azul asimismo el macho, tiene 6 patas, y sus apéndices anales inferiores y superiores es levemente hinchado.

#### 5. Libélula rayadora colorada (*Erythrodiplax fusca*)

- **Reino:** Animalia.
- **Filo:** Artrópodos.
- **Clase:** Insecto.
- **Orden:** Odonata.
- **Suborden:** Anisópteros.
- **Familia:** Libellulidae.
- **Género:** Erythrodiplax.
- **Nombre Científico:** Erythrodiplax fusca.

#### Importancia:

Son importantes en la cadena trófica, investigaciones y como indicadores biológicos, asimismo, juega una parte crucial en el control de enfermedades ya que son depredadores de mosquitos y zancudos así evita enfermedades como la fiebre y la malaria.

#### Biología:

Existe dimorfismo sexual, en donde el abdomen de la hembra es más largo y robusto que el del macho. Las hembras ovan hasta 20 huevos, en diversos sustratos como la vegetación acuática emergente o sumergida, otros lo hacen en la materia vegetal muerta, algunas hembras depositan los huevos en el fango o los pegan a la vegetación circundante; otras especies simplemente los depositan delicadamente en la superficie del agua o los dejan caer.

#### Características físicas:

En la etapa adulta esta especie se caracteriza por presentar tres o cuatro celdas en la curva anal del ala posterior por ser escamosas y de color negro, amarillo, rojo o marrón, su abdomen de los colores mencionados, pero con línea blanca clara, algunas especies, tienen mancha negra, amarilla, roja o marrón en la región basal de las alas y la vena. Además, cuenta con una espiritrompa, dos antenas, 6 patas. Las especies de este género habitan en bosques de galería, diferentes cultivos como el de arroz, y cuerpos de agua lénticos.

#### Discusión

La especie de libélula rayadora de bandas negras (*Erythrodiplax umbrata*), representa a la familia Libellulidaees principalmente caracterizado por su peculiar color marrón oscuro dicho insecto se acopla a diversos hábitats tanto en lagos, como en charcos y ríos. Se identifica dentro de los insectos por no tener una morfología completa. Esta investigación coincide mencionando la importancia de su función ecológica por ser controladores de las diferentes enfermedades como el Dengue o la Malaria (Elme, 2019).

La libélula rayadora colorada (*Erythrodiplax fusca*) en su etapa adulta esta especie se caracteriza por su peculiaridad color, habitan en bosques de galería, en diferentes climas, cultivos como el de arroz y cuerpos de agua lénticos. Lo cual se coincide con la descripción de Corbet

(2004) y Gómez et al. (2011), destacando su tipo de hábitat en los diferentes cultivos de maíz, arroz y lirios acuáticos con clima caluroso tropical en una altitud de 470 a 580 m.s.n.m., coincidiendo con las características y clima de la laguna Fortaleza.

La especie Libélula rayadora de puntas negras (*Uracis imbuta*) muestra una característica de cuerpo alargado y delgado, también muestra un color gris en la parte central de cuerpo, en el abdomen tiene anillos de un color de gris y negro, los ojos son de color negro y cuenta con 6 patas, coincidiendo con Cerrutti et al. (2015), esta especie de libélula cumple con una función ecológica muy importante en el ecosistema acuático por el rol de controladores de la población de insectos como los mosquitos y zancudos, que pueden evitar las enfermedades como el dengue y la gastroenteritis.

La especie libélula de cola azul común (*Ischnura elegans*) de la familia Coenagrionidae, presenta características llamativas, de una coloración azul y negra en los machos de un abdomen largo y delgada, presenta una llamativa mancha azul casi al final de la cola, se alimentan de pequeños animales acuáticos (larvas de culícidos), y su hábitat es en zonas pantanosas y aguas lénticas similar a la Laguna Fortaleza. Coincidiendo con (Campos, R.1994) respecto a la alimentación de esta especie de libélula, las larvas de culícidos

son la presa preferida por esta especie de libélula depredadora, probablemente debido a su menor movilidad y hábitos bentónicos, los resultados del estudio sugieren que esta especie de libélula (*Ischnura elegans*) puede ser efectiva solamente en hábitats con una diversidad reducida. Similar a la investigación realizada por (LAWTON, 1970), que refiere que esta especie se alimentan de larvas de quironómidos.

La especie de libélula rayadora ambarina (*Perithemis tenera*) de la familia Libellulidae, presenta una característica física de tamaño pequeño de 2-3 cm, coincidiendo con la investigación de Say (1840), la libélula de ala ámbar es uno de los únicos tipos de libélula que imita activamente a una avispa, asimismo posee un comportamiento territorial (Switzer, 1997).

## Conclusión

Se registran por primera 5 especies de libélulas para la laguna Fortaleza del distrito de Pichanaqui, en la selva central del Perú: Libélula Rayadora de Puntas Negras (*Uracis Imbuta*), Libélula Rayadora de Bandas Negras (*Erythrodiplax umbrata*), Libélula Rayadora Ambarina (*Perithemis Tenera*), Libélula de cola azul común (*Ischnura elegans*) y Libélula Rayadora Colorada (*Erythrodiplax fusca*).

### **Agradecimiento**

Nuestros agradecimientos a la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa por brindarnos conocimientos.

### **Contribución de los autores**

JZMH Elaboración y redacción del artículo.

EDQB Elaboración y redacción del artículo

FJMF Elaboración y redacción del artículo.

LCA Elaboración y redacción del artículo.

### **Conflictos de interés**

No presenta conflicto de intereses.

## **Referencias**

- Antonio T., Burrial (2015), Monitoreo ambiental potencial de la Odonata, con una lista de Anisoptera raros y en peligro de extinción de Virginia, Estados Unidos. Disponible en: [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_41.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_41.pdf)
- Heckman, C. W. (2006). Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata–Anisoptera: Illustrated keys to known families, genera, and species in South America. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Cerrutti Macedo, Alvis Rengifo, 2015. "Análisis Comparativo De Odonatos Y Características Físico Químicas En Las Quebradas Paujil Y Allpahuayo, Ubicadas En El Área De Influencia De La Reserva Nacional Allpahuayo Mishana. Iquitos – Perú. [Fecha De Consulta 22 De Julio De 2022]. Issn: 1860-3453. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1168>.
- Corbet, p.S. 2004. Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata. Harley Books, Colchester, Inglaterra. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/449/44922967005.pdf>
- Campos, Raúl E. (1994) Importancia de las larvas de cultivos en la dieta de *Ischnura fluviatilis* y *elegans* (Odonata: Zygoptera) en hábitats naturales de los alrededores de la planta, provincia de buenos aires. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/284719799\\_Importancia\\_de\\_larvas\\_de\\_culicidos\\_en\\_la\\_dieta\\_de\\_Ischnura\\_fluviatilis\\_Selys\\_Odonata\\_Zygoptera\\_en\\_habitat\\_natural](https://www.researchgate.net/publication/284719799_Importancia_de_larvas_de_culicidos_en_la_dieta_de_Ischnura_fluviatilis_Selys_Odonata_Zygoptera_en_habitat_natural)
- Ferreira, Patrícia Santos e De Marco Jr., Efecto da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia [online]. 2002,

v. 19, n. 2 [Acessado 21 Julho 2022] , pp. 317-327. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000200002>>. Epub 18 Maio 2009. ISSN 0101-8175. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000200002>.

Gómez-Anaya, J., Novelo-Gutiérrez, R. y William-Bruce, C. (2011). Diversity and distribution of Odonata (Insecta) larvae along an altitudinal gradient in Coalcomán mountains, Michoacán, México. *Revista de Biología Tropical*, 59, 1559–1577.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/425/42538797033.pdf>

Román H., Jareth (2019), Diversidad de libélulas (Insecta: Odonata) en ambientes lénticos con diferente grado de alteración antropogénica. *Revista Universidad de Costa Rica - Sistema de estudios de posgrado*. [fecha de consulta 21 de octubre del 2023]. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/10669/81905>

Tisnado, G. M., Tafur, C. M., Polo-Corro, J. L., & Revilla, M. H. (2020). Calidad del agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Huacamarcanga (La Libertad, Perú). *REBIOL*, 40(1), 85-98. Disponible en:

[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.454-467](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.454-467)

Say, (1840) in Döring M (2022) Species Pages Foundation. Checklist dataset Disponible en: <https://doi.org/10.15468/c3kkgh> accessed via GBIF.org on 2022-07-26.

Switzer (1997) CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT Y MORFOLOGÍA DE ALGUNAS ESPECIES DEL GÉNERO *Perithemis* (ODONATA: ANISOPTERA) PRESENTES EN LA CORDILLERA ORIENTAL.

Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56544>



## En peligro por su belleza: Perdida de Orquídea



ARTICULO DE REVISIÓN

## En peligro por su belleza: Perdida de Orquídeas

The danger for its beauty: Loss of Orchids

Josselyn Marilyn Puris Arrieta <sup>1\*</sup> , Karelin Youmara Rios Verastequi <sup>1</sup> , Tania Liz Villena Misari <sup>1</sup> 

### RESUMEN

El Perú alberga aproximadamente entre 2600 y 3000 especies de orquídeas. Esta enorme diversidad de especies, con su gama de formas, tamaños, aromas y colores, sitúa a las Orchidaceae como una de las familias botánicas más complejas de catalogar, evaluar y conservar; sin embargo, esta enorme variabilidad se contrapone con sus bajos niveles de abundancia y con su alta sensibilidad a cambios ambientales, así como a la calidad de hábitat. Una de las principales amenazas para las orquídeas silvestres es la sobre extracción que, en ciertos casos, ha llegado a amenazar a las poblaciones de algunas especies con alto valor comercial. Asimismo, la experiencia práctica evidencia que se incrementan las posibilidades de alcanzar el éxito en la conservación de una especie cuando se abordan las amenazas desde una perspectiva integral y multidimensional. Por ello, en las últimas décadas las estrategias para conservar y manejar sosteniblemente las especies silvestres vienen siendo liderado por actores involucrados que no sólo comparten una problemática diversa que afecta a las especies, sino que también plantean resolver las amenazas que se encuentren vinculadas sobre ellas, sea de manera directa o indirecta. Por tal motivo con la visita práctica que se realizó al Orquideario de Tsachopen perteneciente al señor Máximo Acosta Ciriaco, en el cual reafirmamos nuestras sospechas que con un adecuado manejo se puede conservar las orquídeas; el cual contribuirá en la conservación del ecosistema de la Selva Peruana.

**Palabras clave:** *Orquídeas; silvestres; poblaciones; normativa.*

### ABSTRACT

Peru is home to approximately 2600-3000 species of orchids. This enormous diversity of species, with their range of shapes, sizes, scents and colours, makes the Orchidaceae one of the most complex botanical families to catalogue, evaluate and conserve; however, this enormous variability is counterbalanced by their low levels of abundance and their high sensitivity to environmental change and habitat quality. One of the main threats to wild orchids is over-harvesting, which in some cases has even threatened populations of some species with high commercial value. Practical experience also shows that the chances of successful species conservation are increased when threats are addressed from a holistic and multidimensional perspective. For this reason, in recent decades, strategies to conserve and sustainably manage wild species have been led by stakeholders who not only share the diverse problems that affect the species, but also propose to resolve the threats that are linked to them, either directly or indirectly. For this reason, with the practical visit to the Tsachopen Orchid Farm belonging to Máximo Acosta Ciriaco, in which we reaffirmed our suspicions that with proper management orchids can be conserved, which will contribute to the conservation of the ecosystem of the Peruvian rainforest.

**Keywords:** *Orchids, threats, populations, regulation*

<sup>1</sup> Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú.

\*Autor de correspondencia.  
E-mail:  
[jpurisa@undac.edu.pe](mailto:jpurisa@undac.edu.pe)

Recibido: 15 de dic de 2023  
Aprobado: 23 de dic de 2023  
Publicado: 27 de dic de 2023

#### Para citar este artículo:

Puris Arrieta J., Rios Verastequi K., Villena Misari T. (2023). En peligro por su belleza: Perdida de Orquídeas. *Yotantsipanko*, 3(1), 63 - 79. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v3i2.36>



## Introducción

Las orquídeas son una familia de plantas monocotiledóneas que se distinguen por la complejidad de sus flores y por sus interacciones ecológicas con los agentes polinizadores y con los hongos con los que forman micorrizas.

Estas extravagantes plantas poseen un rol ecológico importante, pues muchas de sus especies aportan alimento a polinizadores como por ejemplo a los colibríes, abejas, avispas, moscas, mariposas, polillas, escarabajos, entre otros.

En nuestro Perú se estima que se alberga entre 2600 y 3000 especies de orquídeas, las regiones en las que se puede encontrar orquídeas son las que tienen el ecosistema del bosque nublado, como San Martín, Amazonas, Piura, Huánuco, Junín, Pasco (Oxapampa) y Cusco.

En la actualidad estas hermosas plantas están siendo atacadas por la venta ilegal, la destrucción de su hábitat, lo que trae consigo un gran problema, la extinción de muchas especies de orquídeas.

El comercio ilegal de orquídeas se produce tanto a nivel nacional como internacional, respaldado por la demanda de plantas silvestres raras. Un primer paso importante para abordar el comercio ilegal e insostenible de plantas es reconocerlo como un problema de conservación

importante y creciente, y desarrollar diversos enfoques que consideren la complejidad de las cadenas de suministro involucradas. Es imperativo que se comprenda la escala y el proceso del comercio nacional, y que se evalúe su impacto en la conservación a largo plazo de estas especies para tomar decisiones más informadas sobre intervenciones efectivas que tengan en cuenta la cadena de suministro completa.

El comercio insostenible e ilegal de vida silvestre es un problema de conservación bien conocido, pero aún existen grandes lagunas en nuestra comprensión de cómo operan las cadenas comerciales para la mayoría de los productos de vida silvestre sobreexplotados, a pesar de existir especies catalogadas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en peligro de extinción.

El objetivo de la presente investigación es poder analizar la problemática de las orquídeas bajo una revisión bibliográfica y contrastación con comerciantes locales.

## Desarrollo

Se llevó a cabo una consulta en la base de datos de Scopus utilizando las palabras clave "orquídea" y "comercio".

## 1. Caracterización de la orquídea

La orquídea es una planta que se caracteriza por su flor de tres sépalos: 2 pétalos y un lobelo donde se posa el insecto polinizador. Además, su estructura reproductiva, llamada ginostemo o comúnmente columna, se encuentra descubierta en medio de sus sépalos.

La orquídea, cuyo nombre científico es *Orchidaceae*, es una planta con cerca de 24.000 especies y su altura puede variar entre 13 a 76 centímetros.

La mayor orquídea es de la especie *Dendrobium* que puede alcanzar grandes alturas, pero cuyas flores no miden más de 4 centímetros. Este tipo de orquídeas tienen como hábitat natural los climas cálidos y húmedos del sureste de Asia.

Existen orquídeas en casi todos los hábitats por lo que produce distintos tipos de flores según los polinizadores que existen naturalmente en el lugar.

Las orquídeas son flores decorativas muy valoradas en las casas alrededor del mundo. Debido a la cantidad de flores diferentes por cada especie de orquídea, existe una gran variedad en el mercado que no solo cultiva por la forma de las flores, pero también por su color.

Las orquídeas figuran entre los más sobresalientes, carismáticos y numerosos de los grupos de plantas de Perú, pero las complejas características de su sistema reproductivo y su supervivencia las ubican igualmente entre los más vulnerables y amenazados de extinción por presiones humanas. Las orquídeas son, al menos en el mundo tropical, importantes indicadores de la calidad ambiental y de las áreas prioritarias para la conservación. Ellas tienen funciones como especies piedrangules y son básicas para la supervivencia de abejas, moscas y mariposas, las cuales a su vez juegan papeles destacados en la polinización de plantas y como control biológico en los ecosistemas naturales. Como especies clave, las orquídeas contribuyen en alto grado al bienestar de los ecosistemas. Cuando estos ecosistemas funcionan bien, proveen valiosos bienes y servicios, tales como protección de cuencas hidrográficas y de suelos, esenciales para la sustentabilidad del bienestar humano. La meta de la conservación no es solamente identificar y proteger las orquídeas y sus hábitats, sino descubrir, desarrollar y apoyar la capacidad para usar y manejar de manera sostenible los recursos naturales que existen en las comunidades locales. Stuart Pimm en el 2009 resumió el reto de la conservación con el siguiente enunciado: “Tenemos la responsabilidad moral de proteger los ‘lugares especiales’ del mundo, aquellos más

ricos en biodiversidad y los más amenazados por la presión humana”. Cómo reducir la presión humana sobre los ecosistemas naturales y cómo fomentar comportamientos más armoniosos con la naturaleza, son las preguntas fundamentales. Para dar respuesta a estos interrogantes es preciso reconocer la causa básica de nuestro comportamiento. La falta de cultura ambiental parece estar en la raíz del problema. Este analfabetismo ambiental se manifiesta en una actitud competitiva, en un desaforado afán de extracción de los recursos naturales y en una valoración inadecuada de la naturaleza. Si las actuales tendencias continúan como van, muchas de las especies que consideramos seguras estarán realmente en peligro que están amenazadas en este momento probablemente se extinguirán.

## 2. Problemática:

### **Peligro de extinción de Orquídeas en el ámbito internacional y nacional.**

A continuación, se detallan las principales amenazas que afectan directamente a las poblaciones de orquídeas y sus hábitats en el Perú. Pérdida y fragmentación del hábitat, aunque los expertos no tienen claro cuántas de las 30,000 especies de orquídeas que hay en el mundo están en peligro de extinción, lo cierto es que el cambio climático y la destrucción de su hábitat las amenaza a todas. La amenaza de las orquídeas, que

producen las flores más grandes del mundo, es la que actualmente enfrentan todos los seres vivos: el calentamiento global y las actividades humanas que destruyen su hábitat (Wagner, 2007). De acuerdo al Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático - PNCB, entre el 2008 y 2022 se han perdido 2'284,888 hectáreas de bosques en nuestra Amazonía, ecosistema que alberga innumerables especies de orquídeas en nuestro país.

### **Extracción y Comercio ilegal.**

Las orquídeas son un grupo de plantas con una elevada riqueza de especies a nivel global. Se calcula que el Perú alberga aproximadamente de 2600 a 3000 especies. Esta enorme diversidad, con su gama de formas, tamaños y colores, sitúa a las orquídeas como una de las familias botánicas más complejas de catalogar y evaluar. Sin embargo, esta enorme variabilidad se contrapone con sus bajos niveles de abundancia y su alta sensibilidad a cambios ambientales, así como a la calidad de hábitat, quizás una de las mayores amenazas es la pérdida de los hábitats donde estas se desarrollan. Un problema evidente es la sobre extracción que, en ciertos casos, ha llegado a diezmar las poblaciones de algunas especies por el alto impacto que implica retirar todos los individuos fértiles para el

comercio. Se observó que en el hábitat de *Phragmipedium caudatum* en la localidad de Mantto, las plantas son extraídas ocasionalmente por personas que transitan, cuando se encuentran en época de floración; sin embargo, es una actividad con poco impacto sobre las poblaciones, y es la razón por la que las plantas de esta especie se encuentran en pendientes rocosas, en lugares de difícil acceso. Es probable que la extracción se realice de manera esporádica, dado que se han podido observar en viveros comerciales en la ciudad de Lima y del departamento de Amazonas, orquídeas endémicas de Cusco como *Masdevallia veitchiana*, *Phragmipedium caudatum*, y las más raras *Masdevallia davisii* y *Masdevallia wellischi* al parecer resultantes de intercambio de plantas entre viveristas y colectores locales (MINAM, 2016).

En el departamento de Huánuco, se han encontrado al menos dos áreas con alta diversidad de orquídeas y que a su vez están relacionadas con actividades de extracción ilegal con fines comerciales, estos son: Cordillera La Divisoria, distrito de Hermilio Valdizán; las montañas de Carpish, alrededor de San Pedro de Carpish en el distrito de Chinchao y zonas cercanas. En ambos casos es notoria la existencia de redes de extracción y comercialización de orquídeas en la cual participan como recolectores los pobladores

de las comunidades cercanas al hábitat, acopiadores llevan las plantas a viveristas o las envían directamente a los viveros comerciales en Lima o a centros de venta como el Mercado de Flores de Acho (Lima). Merece atención la extracción ilegal de *Cattleya mooreana* de sus hábitats, los bosques nublados de La Divisoria (MINAM, 2016). En el departamento de Amazonas, existen zonas de extracción y comercio de orquídeas a lo largo de las vías de acceso (pequeños viveros) sobre todo en Bongará, límite con el departamento de San Martín. Normalmente la extracción de poblaciones silvestres de orquídeas está asociada con centros de comercio y cultivo que han ido incrementándose a lo largo del tiempo y que tiene como un destino importante el centro de comercio de Moyobamba. Los extractores presentan dos perfiles:

- a. Los extractores especializados que buscan intensivamente orquídeas con valor comercial.
- b. Los pobladores locales que realizan como una actividad económica complementaria.

La extracción de las orquídeas es principalmente de los fragmentos de bosques montanos, los extractores trasladan los especímenes a diferentes viveros o mercados distribuidos a lo largo de la carretera San Martín – Amazonas. Un destino importante lo

constituye Moyobamba, donde se encuentran viveros de mayor envergadura que son receptores también de plantas extraídas del bosque, sobre todo los géneros de valor comercial como: *Phragmipedium*, *Oncidium*, *Masdevallia*, *Maxillaria*, *Epidendrum*, debido a que tradicionalmente se indica a Amazonas como un departamento de orquídeas de clima frío.

El comercio insostenible e ilegal de vida silvestre es un problema de conservación bien conocido, pero aún existen grandes lagunas en nuestra comprensión de cómo operan las cadenas comerciales para la mayoría de los productos de vida silvestre sobreexplotados. En particular, el comercio mundial de plantas a gran escala no se informa ni se investiga lo suficiente, y esto es aún más pronunciado cuando el comercio tiene lugar dentro de las fronteras de un país.

El comercio se produce tanto a nivel nacional como internacional, respaldado por la demanda de plantas silvestres raras. Un primer paso importante para abordar el comercio ilegal e insostenible de plantas es reconocerlo como un problema de conservación importante y creciente, y desarrollar diversos enfoques que consideren la complejidad de las cadenas de suministro involucradas. Es imperativo que se comprenda la escala y el proceso del

comercio internacional y nacional, que se evalúe su impacto en la conservación a largo plazo de estas especies para tomar decisiones más informadas sobre intervenciones efectivas que tengan en cuenta la cadena de suministro completa.

### **Situación en Pasco**

En el departamento de Pasco, existen zonas de extracción y comercio de orquídeas centralizadas en los viveros de Oxapampa y Villa Rica. Asimismo, gran parte de las especies extraídas son comercializadas en la localidad de San Ramón. Normalmente, la extracción de poblaciones silvestres de orquídeas está asociada con centros de comercio y cultivo que buscan principalmente plantas con interés comercial como *Phragmipedium*.

La extracción de orquídeas se origina en los bosques montanos y pre-montanos de la región generalmente una zona rica en orquídeas será diezmada hasta que ya no queden especies con valor comercial como: *Phragmipedium*, *Oncidium*, además de *Masdevallia* y en menor medida *Maxillaria* y *Epidendrum*. Posteriormente son transportadas a los diferentes viveros o centros de comercio como el de San Ramón.

Cabe mencionar que el rango de distancia donde los extractores van a buscar las

especies se ha ido incrementando debido a que los bosques o fragmentos de bosques con orquídeas de valor comercial es cada vez más escaso. Se obtuvo información que extractores vienen con movilidad propia desde Junín (probablemente San Ramón) hasta localidades distantes como Pozuzo donde casi eliminaron poblaciones de *Phragmipedium* próximas a vías de acceso (MINAM, 2016b). En el departamento de Junín existen zonas de comercio de orquídeas a lo largo de las vías de acceso sobre todo en San Ramón, normalmente la extracción de poblaciones silvestres de orquídeas está asociada con centros de comercio y cultivo que han ido incrementándose a lo largo del tiempo. El circuito del comercio de orquídeas empieza por el extractor que normalmente es un poblador de localidades San Ramón y alrededores, con cierto conocimiento en orquídeas; luego viene el comercializador, por ejemplo, del centro poblado conocido como Campamento Chino, el cual es encargado de comercializar las plantas a personas de otras zonas como Lima (MINAM, 2013). En el departamento de San Martín, existe un alto comercio de orquídeas, siendo la extracción (generalmente ilegal) otro problema que afecta las poblaciones silvestres de las orquídeas, sobre todo de aquellas con valor comercial. Los principales focos de comercio se ubican en las ciudades de Moyobamba y Tarapoto, sin embargo, la

extracción de plantas abarca a todo el territorio de la región, por ejemplo, es común encontrar plantas de *Catleya rex* (golondrina) en los jardines de centros poblados, no obstante, escasean en el bosque. El circuito de extracción incluye personas que buscan orquídeas en los hábitats (extractor) muchos de ellos (pobladores locales) tienen entrenamiento en la búsqueda de géneros y especies con valor comercial. Otra forma de extracción establecida es el hecho de que un extractor eventual o especializado va directamente hacia los comerciantes para vender orquídeas colectadas en las proximidades de sus chacras, en algunos casos también realizan venta directa al pie de carreteras (MINAM, 2013).

### 3. Medidas de conservación

#### Ámbito internacional:

El 21 de enero del año 1975 el Perú suscribió la CITES<sup>12</sup>, mediante el Decreto Ley N° 21080, convirtiéndose así en un Estado Parte comprometido a cumplir e implementar los preceptos de la Convención. Las especies de la familia Orchidaceae se encuentra incluida en los Apéndice I y II de la Convención CITES, estando considerado para el Perú las especies del género *Phragmipedium* en el apéndice I; el resto de especies de Perú se encuentran en el apéndice II de la CITES.

**Ámbito nacional:**

a. Determinación del grado de amenaza: De acuerdo a la categorización de especies amenazadas de flora silvestre, aprobada por Decreto Supremo N° 043-2006-AG, el Perú cuenta con 62 especies de orquídeas en la categoría En Peligro Crítico (CR), 19 en la categoría En Peligro (EN) y 220 especies en la categoría Vulnerable (VU).

b. Protección legal: La Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, y el Reglamento para la Gestión Forestal, aprobado por Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI, establecen que, en el caso de especies ornamentales, como las orquídeas, la ARFFS entrega autorizaciones para colecta de especies ornamentales. En el caso de la extracción de especies ornamentales consideradas en los apéndices de la CITES, esta autorización la emite el SERFOR y es únicamente para la implementación y ampliación del plantel genético o reproductor de centros de propagación, como viveros y laboratorios de cultivo in vitro, debidamente registrados. De acuerdo al Código Penal<sup>11</sup>, se considera una forma agravada sujeta a prisión efectiva, la caza, captura, colecta, extracción o posesión de especímenes de especies de flora y/o fauna silvestre protegidas por la legislación nacional, sin

contar con la concesión, permiso, licencia o autorización u otra modalidad de aprovechamiento o extracción, otorgada por la autoridad competente. En igual sentido, la afectación y categoría de amenaza de una especie de fauna silvestre a propósito de infringir la legislación forestal y de fauna silvestre, constituye un criterio a considerar para la graduación de la multa aplicable.

c. Conservación de la especie y su hábitat: El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), a cargo del SERNANP protege una muestra representativa de la diversidad biológica del país, esto incluye la diversidad de ecosistemas, especies y genes, por lo cual el hábitat y las poblaciones de orquídeas al interior de las ANP son conservadas a través de estrategias y líneas de acción que se establecen en sus respectivos Planes Maestros. Algunas ANP representativas a nivel nacional, con poblaciones de orquídeas, se listan a continuación: - Parque Nacional Cordillera Azul - Parque Nacional de Cutervo - Parque Nacional del Manu - Parque Nacional del Río Abiseo - Parque Nacional Otishi - Parque Nacional Tingo María - Parque Nacional Yanachaga Chemillen - Santuario Nacional Pampa Hermosa - Santuario Nacional Tabaconas

Namballe - Santuario Histórico de Machupicchu - Refugio de Vida Silvestre Bosques Nublados de Udimá - Reserva Comunal Amarakaeri - Reserva Comunal Ashaninka - Reserva Comunal Machiguenga - Bosque de Protección Alto Mayo - Bosque de Protección Pagaibamba Asimismo, se cuenta con ACR y ACP que albergan diversas especies de orquídeas amenazadas.

## Resultados y discusión

Mediante la visita realizada al orquideario de Tsachopen-Oxapampa se encontraron orquídeas medicinales, dado esto se informó que sesenta especies se usaban para 38 diferentes dolencias, representando el 15% del total de orquídeas descritas de Oxapampa. El cual beneficia en gran medida a los pobladores de esta zona nativa al solucionar las enfermedades que presentan y la ayuda a sus creencias en las medicinas naturales.

Especies de orquídeas reportadas en Oxapampa, 47 de ellas fueron también encontradas en el estudio realizado en un área limitada. Hossain en una revisión de la literatura mundial sobre medicamentos basados en orquídeas muestra que se están utilizando un total de 129 especies para diferentes fines terapéuticos. Ochenta y dos orquídeas de uso medicinal en Oxapampa implican que la diversidad de especies de

orquídeas tradicionales en el país es excepcionalmente alta.

Para una mejor conclusión del tema nos ayudamos en un estudio realizado en Nepal que registraron 82 orquídeas medicinales, 34 de las cuales no fueron registradas en el estudio, mientras que el estudio registró 12 especies adicionales. (Scientific Research, 2010) El total combinando de los datos del estudio de Nepal y las investigaciones en Oxapampa nos llevan a 94 especies de orquídeas de uso medicinal. La mayoría de estos son epífitas, una cuarta es terrestre y sólo unas pocas son litófitas. *Coelogyne*, *Dendrobium*, *Cymbidium*, *Bulbophyllum*, *Habenaria*, *Malaxis* y *Pholidota* son los géneros de las cuales la mayoría de las especies se están utilizando como medicamentos. Otros usos informados de estos medicamentos las orquídeas son forraje, vegetales y rituales y usos ceremoniales.

Los nombres vernáculos más comunes para las orquídeas son Sungava y Sunakhari. Además 23 nombres vernáculos porque las orquídeas fueron registradas para ser utilizadas por las comunidades locales en diferentes partes de Nepal. Entre estos la mayoría comunes son: Thuur o Thurjo (plantas parecidas al musgo que crecen en troncos de árboles), Parajivi (planta parásita), Bankera (pseudobulbos con forma de plátano silvestre), Banaduwa (jengibre), Chandigava (flores plateadas), Shaktigumba

(pseudobulbos que proporcionan energía) y Chadephul (flores inducir el vómito). Los nombres vernáculos reflejan el alto conocimiento de las comunidades locales con respecto a las orquídeas. Hábitos de crecimiento, hábitats y sus usos potenciales. Los principales usos locales informados incluyen afrodisíacos, energizantes y tratamientos de quemaduras en la piel, huesos fracturados o dislocados, dolores de cabeza, fiebre y heridas.

Otros usos incluyen repelente de insectos, purificador de sangre, hongos en la piel, serpiente y antídoto para mordedura de escorpión, inducción de abortos, y recuperación del parto. Las orquídeas se utilizan principalmente en forma de pasta, polvo o jugo, solos o mezclados con leche, miel o harina de trigo. Los extractos de orquídeas se consumen por vía oral o se aplican externamente. Un local generalizado uso de Coelogyne es comer rebanadas recién cortadas de la pseudobulbo como calmante de la sed.

**Tabla 1:**

*Indica las especies encontradas en el orquideario de Tsachopen*

<b>Especies encontradas en oxapampa</b>	
<b>Bromelias</b>	Aechmen
	Billbergia
<b>Orquídeas</b>	Guzmani
	Tillandsia
	Neoregelia
	Bletia
	Scaphyglottis
	Xylobium
	Campylocentrum
	Cycnoches
	Galeandra
	Masdevallia
	Gongora
	Pleurothallis
	Lycaste
	Maxillaria
	Brassia
	Epidendrum
	Prosthechea
Schomburgkia	
Catasetum	
Encyclia	

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 1.** *Phragmipedium besseae*  
*Nota.* Tomado de Puris - Arrieta &. Rios - Verastequi & Tania L. Villena - Misari (2023).



**Figura 3.** *Cattleya dowiana rubra*  
*Nota.* Tomado de Puris - Arrieta &. Rios - Verastequi & Tania L. Villena - Misari (2023).



**Figura 2.** *Cattleya labiata*.  
*Nota.* Tomado de Puris - Arrieta &. Rios - Verastequi & Tania L. Villena - Misari (2023).

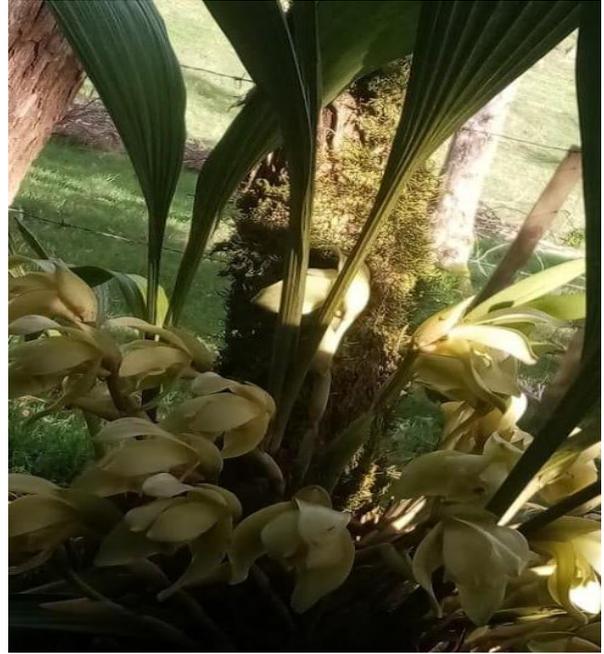


**Figura 4.** *Oncidium Gower Ramsey*  
*Nota.* Tomado de Puris - Arrieta &. Rios - Verastequi & Tania L. Villena - Misari (2023)



**Figura 5.** *Orchidaceae*

*Nota.* Tomado de Puris - Arrieta & Rios - Verastequi & Tania L. Villena - Misari (2023).



**Figura 7.** *Phragmipedium wallisi*, conocido como zapatito de rey

*Nota.* Tomado de Puris - Arrieta & Rios - Verastequi & Tania L. Villena - Misari (2023).



**Figura 6.** *Mormodes rolfeanum* conocida como la estrella de David

*Nota.* Tomado de Puris - Arrieta & Rios - Verastequi & Tania L. Villena - Misari (2023).



**Figura 8.** *Cephalanthera longifolia* conocida como campana blanca

*Nota.* Tomado de Puris - Arrieta & Rios - Verastequi & Tania L. Villena - Misari (2023).



**Figura 9.** *Zephyranthes grandiflora*

*Nota.* Tomado de Puris - Arrieta & Rios - Verastequi & Tania L. Villena - Misari (2023).



**Figura 10.** *Cymbidium*

*Nota.* Tomado de Puris - Arrieta & Rios - Verastequi & Tania L. Villena - Misari (2023).

## Conclusión

Es importante que la ciencia se ponga al servicio de la conservación de las especies de orquídeas y sus hábitats. En Perú es una necesidad urgente mejorar la base del conocimiento de sus orquídeas para comprender su importancia y extremar sus cuidados.

En el mundo se reconoce que una de las maneras más efectivas de promover la conservación de la biodiversidad es el fortalecimiento del sistema de áreas protegidas y reservas equivalentes en los diferentes niveles de organización nacional, regional (departamental) y municipal, donde se integren la protección de especies y ecosistemas y la promoción del desarrollo comunitario.

En la región andina cobra especial importancia el manejo de áreas de conservación en las cuencas hidrográficas, con una visión integradora de paisajes rurales con sistemas productivos en armonía con la conservación de relictos de bosque natural y la restauración ambiental.

### **Agradecimiento**

En primer lugar, quiero expresar mi más profunda gratitud a Dios por su infinita bondad, guía y protección durante todo el desarrollo de este trabajo. Su luz que nos ha iluminado el camino y nos ha dado la fuerza para perseverar en los momentos difíciles.

A los docentes de nuestra Alma Mater de la UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN, por la oportunidad de nuevos conocimientos brindados.

### **Contribución de los autores**

JMPA: Redacción del artículo, diseño metodológico, recolección de datos, análisis de resultados, discusión, revisión final del artículo.

KYRV: Redacción del artículo, diseño metodológico, recolección de datos, análisis de resultados, discusión, revisión final del artículo.

TLVM: Redacción del artículo, diseño metodológico, recolección de datos, análisis de resultados, discusión, revisión final del artículo.

### **Conflictos de interés**

No presenta conflicto de intereses.

## **Referencias**

- Tejeda-Sartorius, O., et al. "ESTADO DE CONSERVACION DE ORQUIDEAS SILVESTRES (Orchidaceae)." *AGROProductividad* , vol. 10, núm. 6, junio de 2017, págs. 3+. Gale OneFile: Informe Académico , <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=anon~b9da0421&id=GALE|A534321572&v=2.1&it=r&sid=googleScholar&asid=60e61c37%20.%20Consultado%20el%2016%20de%20mayo%20de%202023>
- o (Miller, 1980; MacKinnon y Thorsell, 1986; McNeely et al., 1990; Sánchez et al., 1990; Fandiño y Wyngaarden, 2005; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009)
- (Gartner & del río Cali, s/f)
- Gartner, O., & del río Cali, J. E. L. C. de O. en C. y. un C. en P. en la C. (s/f). *El Hombre y la Máquina*. Redalyc.org. Recuperado el 26 de mayo de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/478/47817140007.pdf>
- Calderón-Sáenz, E. (ed) (2007) *Libro Rojo de Plantas de Colombia Volumen 6: Orquídeas, Primera Parte*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá Instituto Alexander von Humboldt Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 820 p

SERNANP, & SERFOR. (23 - 10 -2020). PLAN NACIONAL DE CONSERVACIÓN DE LAS ORQUIDEAS AMENAZADAS DEL PERÚ Período 2020 - 2029. Actualidadambiental.pe.

<https://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2020/11/Plan-Nacional-de-Orquideas-Amenazadas.pdf>

Cavelier, J. y A. Etter (1995). "Deforestation of montane forests in Colombia as a result of illegal plantations of opium (*Papaver somniferum*)" Pp 541-550 En: S.P. Churchill, H.Balslev, E.Forero, y J.L.Luteyn, eds Biodiversity and Conservation of neotropical montane forests. New York Botanic Garden, Bronx, N.Y.

Conservation International (2004). Hotspots Revisited and High-Biodiversity Wilderness Areas. CI, Washington DC.

El ocaso de las orquídeas. (2023, noviembre 11). San Diego Union-Tribune.

<https://www.sandiegouniontribune.com/en-espanol/noticias/planeta/articulo/2023-11-11/el-ocaso-de-las-orquideas>

Tejeda-Sartorius, Téllez-Velasco, M., A. A., & Escobar-Aguayo. (2017). ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ORQUÍDEAS SILVESTRES (Orchidaceae). Core.ac.uk.

<https://core.ac.uk/download/pdf/249320802.pdf>

Vázquez, C. P. (2015). Cultivo controlado de orquídeas favorece su conservación. Universo - Sistema de noticias de la UV. <https://www.uv.mx/prensa/general/cultivo-controlado-de-orquideas-favorece-su-conservacion/>

Crain, B. J., & Tremblay, R. L. (2014). Do richness and rarity hotspots really matter for orchid conservation in light of anticipated habitat loss? *Diversity and Distributions*, 20(6), 652–662.

Salazar, M. (2015, mayo 21). Diversas, engañosas, decrecientes: las orquídeas amenazadas por la deforestación en Sur América. Noticias ambientales. <https://es.mongabay.com/2015/05/diversas-enganosas-decrecientes-las-orquideas-amenazadas-por-la-deforestacion-en-sur-america/>

Salazar, G. A., Edquén, J. D., & Trujillo, D. (2022). *Liparis inaudita* (Orchidaceae, Malaxidinae), a new species from the Bosque de Protección Alto Mayo, San Martín, Peru [*Liparis inaudita* (Orchidaceae, Malaxidinae), una nueva especie del Bosque de Protección Alto Mayo, San Martín, Perú]. *Botanical Sciences*, 100(2), 506-514. <https://doi.org/10.17129/botsci.2999>

Revista científica

# YOTANTSIPANKO



Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central  
**JUAN SANTOS ATAHUALPA**

**ISSN: 2789-5475**

*“Nada tiene tanto poder para ampliar la mente como la capacidad de investigar de forma sistemática y real todo lo que es susceptible de observación en la vida”. Marco Aurelio*