

**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 (UNISCISA), 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.

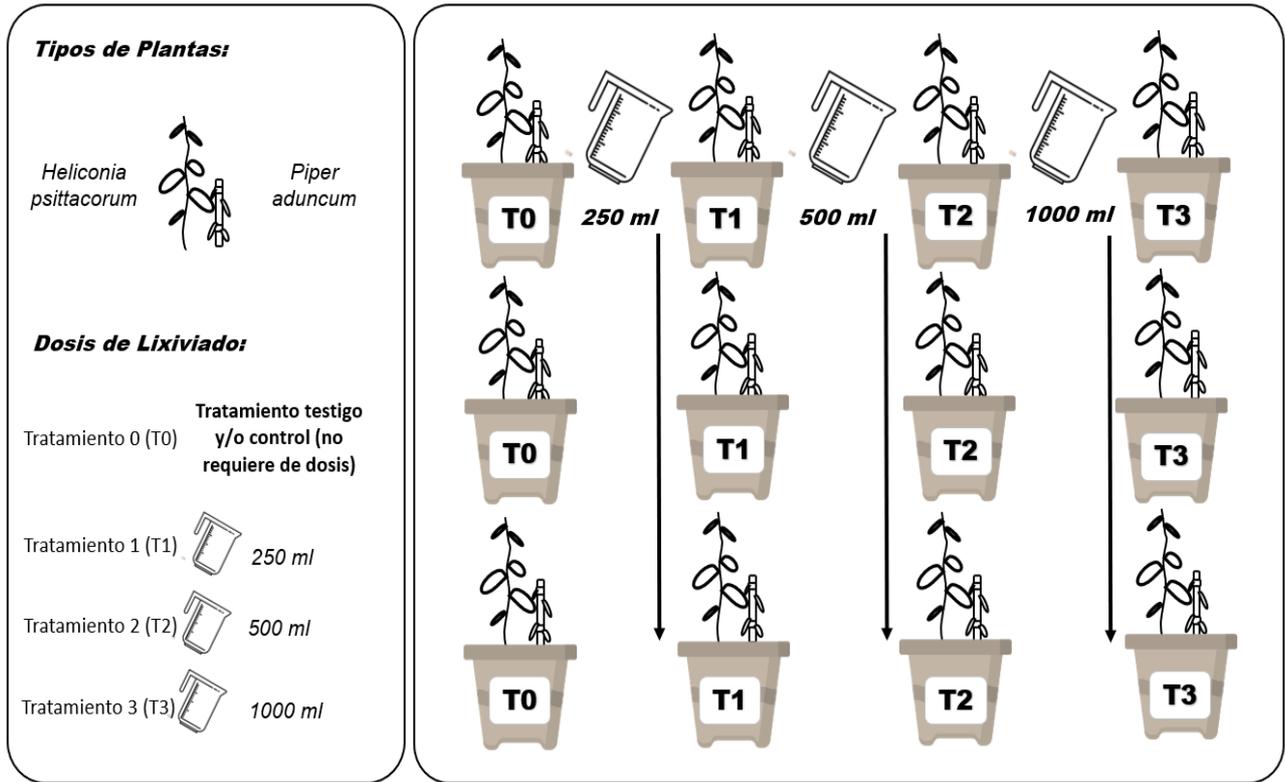
Las plantas empleadas en el estudio tuvieron una altura y diámetro homogénea

### 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>