

Fitoestabilización de la ortiga (*Urtica dioica*) y la ortiga (*Urens*) en suelos contaminados por fitosanitarios

*Phytostabilization of nettle (*Urtica dioica*) and nettle (*Urens*) in soils contaminated by phytosanitary plants*

✉ Esmila Yeime Chavarría Márquez¹, ✉ Jorge Rafael Diaz Dumont¹, ✉ María Isabel Acevedo Soto¹, ✉ Tim Ederson Alvarez Rivera¹, ✉ Olga Clara Oncebay¹, ✉ Luz Careliz Inga Villalva¹

¹ Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

Contacto: ¹esmilachavarria@unat.edu.pe

RESUMEN

Este estudio, titulado "Capacidad de fitoestabilización de la ortiga (*Urtica dioica*) y la ortiga (*Urens*) en suelos contaminados por fitosanitarios en el CP. Pilcos, Distrito de Colcabamba", se centra en evaluar la capacidad de estas dos especies de ortiga para reducir la contaminación del suelo causada por fitosanitarios que en su composición presenta el cobre y plomo, productos químicos utilizados en la agricultura para controlar plagas y enfermedades. El objetivo principal del proyecto es determinar la capacidad fitoestabilizadora de la *Urtica dioica* y la *Urtica Urens* ante los distintos compuestos tóxicos, evitando su propagación en el medio ambiente y reduciendo su impacto negativo sobre el ecosistema local y la salud humana. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo un estudio experimental con suelos contaminados del CP. Pilcos, Distrito de Colcabamba, departamento de Huancavelica - Perú. donde se hizo una comparación experimental de ambas especies de ortiga y se evaluó su capacidad para absorber y retener los contaminantes, así como los efectos en la calidad del suelo y la biodiversidad local. Los resultados mostraron que ambas especies de ortiga tienen potencial para la fitoestabilización, aunque con diferentes niveles de efectividad. Se necesitan estudios adicionales para determinar la eficacia a largo plazo de ambas especies, su impacto en la biodiversidad del suelo y la optimización de las condiciones para su uso en la fitorremediación.

Palabras clave: Fitoestabilización, *Urtica dioica*, *Urtica Urens*, Suelos contaminados, Cobre, Plomo.

ABSTRACT

This study, entitled "Phytostabilization capacity of nettle (*Urtica dioica*) and stinging nettle (*Urens*) in soils contaminated by phytosanitary products in CP. Pilcos, Colcabamba District", focuses on evaluating the ability of these two nettle species to reduce soil contamination caused by phytosanitary products, chemicals used in agriculture to control pests and diseases. The main objective of the project is to determine the phytostabilizing capacity of *Urtica dioica* and *Vrens* nettle against different toxic compounds, preventing their spread in the environment and reducing their negative impact on the local ecosystem and human health. To achieve this objective, an experimental study was planned with contaminated soils of CP.Pilcos, Colcabamba District, where an experimental comparison of both nettle species was made and their ability to absorb and retain contaminants was evaluated, as well as the effects on soil quality and local biodiversity. The results showed that both nettle species have potential for phytostabilization, although with different levels of effectiveness. Further studies are needed to determine the long-term effectiveness of both species, their impact on soil biodiversity and the optimization of conditions for their use in phytoremediation.

Keywords: Phytostabilization, *Urtica dioica*, *Urtica Urens*, Contaminated soils, Copper, Lead.

INTRODUCCIÓN

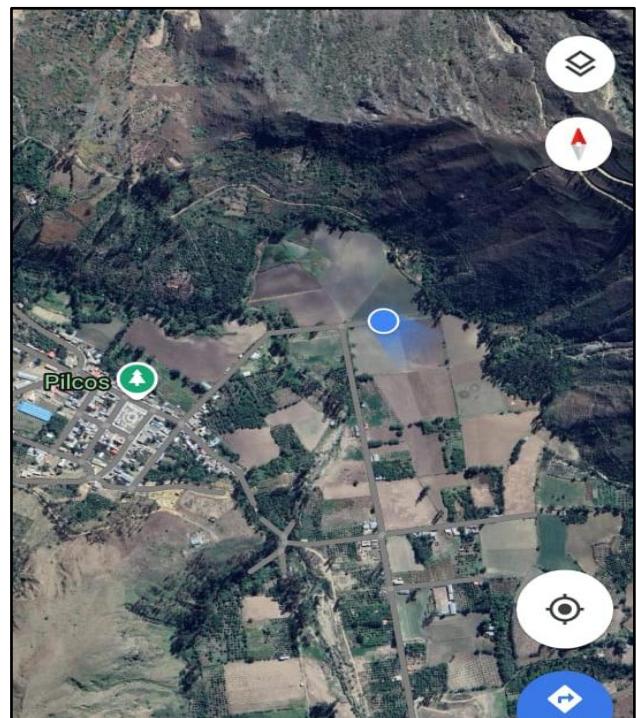
La fitoestabilización es una técnica de fitorremediación que se enfoca en la utilización de plantas para inmovilizar contaminantes presentes en el suelo, como es los fitosanitarios con presencia de plomo y cobre, reduciendo así su movilidad y riesgo de dispersión. El Centro Poblado Pilcos, distrito de Colcabamba-Tayacaja -departamento de Huancavelica- Perú es un lugar más reconocidas por su riqueza agrícola. La agricultura es el motor económico de esta área, la disponibilidad y calidad de suelo son factores determinantes para el éxito de las actividades agrícolas. Sin embargo, en los últimos años el CP. Pilcos se ha convertido en uno de los mayores productores de Choclo, Papa, Palto y amplia variedad de hortalizas. Esto conlleva el uso masivo de fitosanitarios en su composición metales pesados como son, cobre y plomo; como las herbicidas, nematicidas, insecticidas, plaguicidas y amplia variedad de compuestos químicos para poder controlar las diversas plagas y enfermedades, que afectan a los cultivos en distintas temporadas de siembra. En este contexto, el estudio se enfoca en la fitoestabilización con *Urtica dioica* y la ortiga *Urens* en los suelos contaminados por fitosanitarios del CP. Pilcos, distrito de Colcabamba. Según Martínez et al. (2020), *Urtica dioica* muestra una alta capacidad de acumulación de metales pesados, lo que la hace candidata viable para la fitoestabilización en suelos contaminados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

Se desarrolló en Centro Poblado Pilcos, Colcabamba. Se encuentra ubicada al suroeste de la Provincia de Tayacaja en el Departamento de Huancavelica en Perú, a una altura de 2498 m.s.n.m., localizada a 12° 23' 53.1" S de latitud sur 74° 39' 23.1" W de longitud oeste. El punto de monitoreo (prototipo 1) se localiza en las coordenadas UTM de 505927 E y 8631403 N y el segundo punto de monitoreo (prototipo 2) se localiza en las coordenadas UTM de 505949.115 E y 8631406.763 N.

Figura 1
Ubicación de la zona de estudio



Nota. Elaboración propia a partir de Google Earth, (2024).

Metodología de la investigación

El diseño metodológico del proyecto se basa en un estudio experimental en suelos contaminados en el CP. Pilcos, Distrito de Colcabamba. Se establecen 2 prototipos (Cajas) de cultivo con suelo contaminado por fitosanitarios, para cada especie de ortiga: *Urtica dioica* y *Urens*. Estas cajas son monitoreadas durante dos meses determinados para evaluar la capacidad de cada especie en la fitoestabilización de contaminantes fitosanitarios.

Tipo de investigación

Este estudio fue una forma no sistemática de encontrar soluciones a problemas o cuestiones específicas. Se llama «no sistemática» porque va directamente a buscar soluciones: Investigación Aplicada

Recolección y análisis de la información

Procedimientos de recolección de datos: Para la recolección de muestras de suelo se siguió el siguiente procedimiento:

Definición del Área de Estudio: Identificar áreas representativas dentro del Distrito de Colcabamba donde se sabe que el suelo está contaminado con fitosanitarios en este caso optamos recolectar la muestra del centro poblado Pilcos. Esta área de estudio es un terreno agrícola, donde el suelo es constantemente explotado se presencia un uso masivo de fitosanitarios.

Recolección de Muestras de Suelo: Se toman muestras de suelo a diferentes profundidades para evaluar la distribución vertical de los contaminantes. De 0-15 cm y 15-30 cm, dado que la mayoría de los contaminantes por fitosanitarios se encuentran en las capas superiores del suelo.

Con la ayuda de un pico y pala se hace la limpieza y extracción del suelo, para recolectar las muestras. La muestra se coloca en una bolsa hermética para mayor seguridad, debe estar con su respectiva etiqueta de la ubicación, la fecha, nombre del colector, la profundidad de muestreo y otros datos relevantes.

Recolección de Muestras de Plantas: Selección de Plantas: Escoger plantas de ortiga (*Urtica dioica* y *Urens*) de las parcelas establecidas. Se seleccionan de 30-90 plantas de cada especie por parcela para obtener muestras representativas.

Aspectos éticos y regulatorios

Consentimiento de la Comunidad Local: Se hizo partícipe al propietario y comunidad local del CP. Pilcos, Distrito de Colcabamba desde el inicio del proyecto. Se obtuvo su consentimiento informado, explicando claramente los objetivos, métodos y posibles impactos del estudio en su entorno. Así mismo la información que recabaremos dará a conocer la situación actual que está atravesando los suelos agrícolas del CP. Pilcos. De esta manera tener antecedentes reales que sirvan a otros investigadores para futuras investigaciones.

Población y Muestra

Población: Estuvo constituida en los suelos del C.P. Pilcos Colcabamba, Tayacaja-Huancavelica. Donde, según la INEI en el Departamento de Huancavelica: POBLACIÓN PROYECTADA, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS, 2017, en el CP. Pilcos cuenta con una población de 3 101 habitantes.

Muestra: Cada muestra de 1000g de suelo contaminado por fitosanitarios con presencia de plomo y cobre previo a muestreo de identificación.

RESULTADOS

Tabla 1

Parámetros evaluados del suelo contaminado por fitosanitarios

Parámetros	Cantidad	Unidad
Temperatura	18	°C
pH	7.2	pH
Conductividad	157.4	µS/cm
Densidad	13	g/cm ³

Nota. Elaboración propia, 2024, Parámetros evaluados del suelo contaminado por fitosanitarios en CP. Pilcos, Colcabamba

La tabla 1, nos muestra los parámetros determinados del suelo contaminado por fitosanitarios. Se determina una temperatura de 18°C, con un promedio del pH de 7,2 el cual es un básico con una conductividad de 157.4 µmho/cm. y una densidad de promedio de 13 g/cm³, estos tomados como datos iniciales para la fitoestabilización en suelos contaminados por fitosanitario.

Tabla 2

Natalidad y Mortalidad de la especie Ortiga (*Urtica dioica*), como fitoestabilización en suelo contaminado por fitosanitarios

Tamaño de ortiga	Ortigas marchitas	O. Hojas amarillas	O. Hojas quemadas	Ortigas Vivas cm	Suma de ortigas /
1cm-3cm	12	3	2	47	64
4cm-6cm	1	1	2	11	15
7cm-9cm	1	2	0	3	6
10cm-12cm	1	1	1	1	4
13cm-15cm	1	0	0	0	1
Suma	16	7	5	62	
Total					90

Nota. Elaboración propia, 2024. Natalidad y Mortalidad de la especie Ortiga (*Urtica*), como fitorremediación del suelo contaminado de CP. Pilcos Colcabamba.

En la tabla 2, Muestra la Natalidad y Mortalidad de la especie Ortiga (*Urtica*), como fitoestabilización. El tamaño de la ortiga es de 1 cm a 15 cm las ortigas marchitadas en este rango es de 11 , las ortigas de hojas amarillas son 7 , las ortigas de hojas quemadas son de 5 , se tiene 62 ortigas en natalidad de un total de 90 ortigas (*Urtica dioica*), como

se observa en la tabla las ortigas de tamaño de 1 cm a 3 cm son las que tienen mayor natalidad siendo un total de 47 , ya que estas se encuentran en una etapa de crecimiento y adaptación y las ortigas de 13 cm a 15 cm son las que tienen mayor mortalidad.



Tabla 3

Natalidad y Mortalidad de la especie Ortiga (*Urens*), como fitoestabilizador en suelo contaminado por fitosanitarios

Tamaño de ortiga	Ortigas muertas	Ortigas vivas	Suma de ortigas
7cm-9cm	40	5	45
10cm-12cm	26	9	35
13cm-15cm	10	0	10
Total			90

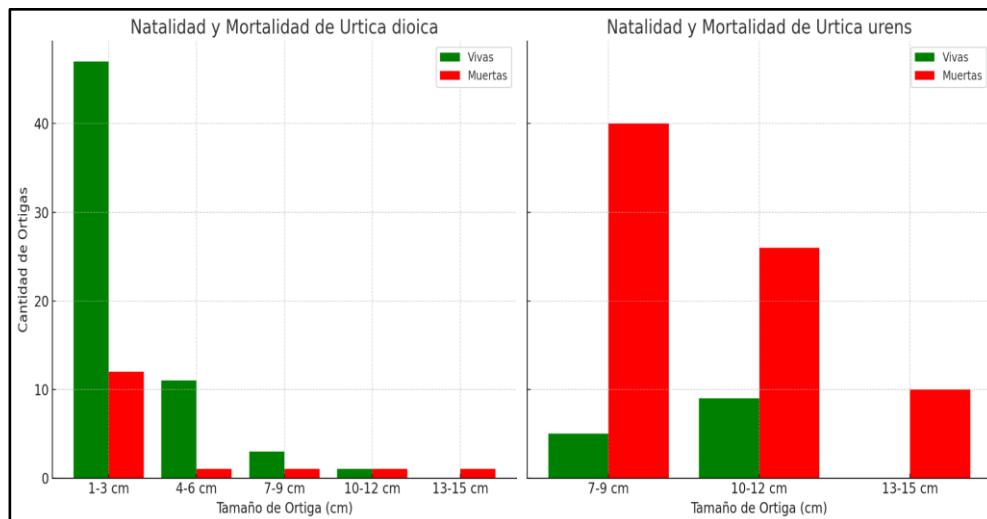
Nota. Elaboración propia, 2024. Natalidad y Mortalidad de

la especie *Urtica (Urens)*, como fitorremediación del suelo contaminado de CP. Pilcos Colcabamba.

La tabla 3, muestra datos sobre ortigas de entre 7 cm y 9 cm en suelos contaminados, reportando 40 ortigas muertas y 5 vivas, con una suma total de 15 ortigas por centímetro. Elaborada en 2024, esta tabla se enfoca en el uso de la especie de ortiga para la fitoestabilización en el área de CP. Pilcos Colcabamba, proporcionando información clave para evaluar el impacto en la vegetación bajo condiciones contaminadas.

Figura 1

Natalidad y mortalidad de las especies *Urtica dioica* y *Urtica Urens*



El gráfico 1 muestra la tasa de natalidad y mortalidad de dos especies de ortigas: *Urtica dioica* y *Urtica Urens* en diferentes tamaños. Se observa que *Urtica dioica* presenta una mayor tasa de natalidad en las primeras etapas de crecimiento (1-3 cm), mientras que la mortalidad aumenta a medida que las plantas crecen (13-15 cm). Esto sugiere que *Urtica dioica* es más vulnerable a las condiciones adversas en etapas más avanzadas. En el caso de *Urtica Urens*, no se observa una tendencia clara en la natalidad, pero la mortalidad es más alta en las ortigas de 10-12 cm.

Al cabo de 3 meses colectó 2 muestras representativas de suelo en fitoestabilización de cada uno de los prototipos con *Urtica dioica* y *Urtica Urens*. Para investigar a fondo los efectos al pasar un tiempo considerable después de la contaminación por fitosanitarios. Se enviaron dos muestras de suelo contaminado a un laboratorio privado para su análisis los resultados se muestran en la Tabla 5. En el cual se evaluó la Temperatura, pH, Conductividad y salinidad. Sin embargo, también se evalúa la concentración de contaminantes, incluyendo plomo (Pb) y cobre (Cu), en cada muestra para determinar sus efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Tabla 5

Resultados de los parámetros evaluados en laboratorio privado

Parámetros	T°	pH	Conductividad	Salinidad	Cobre	Plomo
MS01	14 °C	6.54	120.5 uS/cm3	0.1 ppm	0.02 mg/kg	0.01 mg/kg
MS02	14 °C	6.99	128.9 uS/cm3	0.1 ppm	0.01 mg/kg	0 mg/kg

Nota. Elaboración propia, 2024, Parámetros evaluados de los prototipos de fitoestabilización con *Urtica dioica* y *Urens*.

DISCUSIONES

Investigaciones recientes han evidenciado que la influencia de los metales pesados sobre la fisiología vegetal y la capacidad de bioacumulación de contaminantes varía significativamente en la adaptación y desarrollo óptimo de las ortigas, dependiendo de factores como la tolerancia

intrínseca, la adaptación al entorno y las características del suelo (Martínez et al., 2020; Murtic et al., 2019).

La contaminación del suelo por fitosanitarios afecta propiedades clave como la conductividad eléctrica, el pH y la temperatura, y esto ha sido objeto de varios estudios científicos. Conductividad eléctrica, de acuerdo a la

medición del conductímetro nos da un valor de 157.4 $\mu\text{mho}/\text{cm}$. Según Paz-González et al. (2017), los fitosanitarios pueden incrementar la conductividad eléctrica debido a la acumulación de sales derivadas de la aplicación repetida de estos productos. Este aumento en la salinidad del suelo puede afectar negativamente la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes, además de promover la degradación de la estructura del suelo.

En cuanto al pH, tomando el promedio de los resultados de tres muestreos qué resultado de 7.1 de pH podemos asegurar que el suelo es ligeramente alcalino. Pimentel (2009) señala que los fitosanitarios pueden alterar el equilibrio ácido-base del suelo, volviéndolo más ácido o alcalino, dependiendo de los compuestos utilizados. Este cambio en el pH afecta directamente la disponibilidad de nutrientes esenciales y puede incrementar la toxicidad de ciertos elementos como el aluminio y el manganeso, afectando la salud de las plantas y microorganismos. La temperatura se determinó directamente de muestra de suelo contaminada por fitosanitarios, haciendo uso del termómetro el cual nos dio como resultado 18 °C. Segura-Muñoz et al. (2020) encontraron que las tasas de degradación de estos productos químicos aumentan con temperaturas más altas, debido a la mayor actividad microbiana y a las reacciones químicas más rápidas, asumiendo esto, si la temperatura es demasiado elevada puede reducirse la actividad de descomposición microbiana, prolongando la permanencia de los contaminantes en el suelo.

En el análisis sobre la fitoestabilización de suelos contaminados en el Centro Poblado Pilcos utilizando ortiga (*Urtica dioica* y *Urtica Urens*), se evidencia que estas especies presentan diferencias en sus capacidades para sobrevivir y adaptarse en suelos contaminados por fitosanitarios. La *Urtica dioica* mostró una mayor tasa de natalidad en especímenes jóvenes (de 1 cm a 3 cm), con 47 individuos vivos, lo cual se relaciona con su fase de crecimiento y adaptación temprana al entorno contaminado. Esto coincide con estudios previos que sugieren que las plantas jóvenes son más resilientes a las condiciones adversas (Murtic et al., 2019). Sin embargo, la mortalidad aumenta a medida que las plantas crecen (13 cm a 15 cm), sugiriendo que, aunque esta especie puede tolerar ciertos niveles de contaminantes, su capacidad de supervivencia disminuye a medida que el tamaño aumenta en suelos con alta concentración de fitosanitarios.

La *Urtica Urens*, por otro lado, mostró una mayor vulnerabilidad en su fase adulta, con 40 especímenes muertos en el rango de 7 cm a 9 cm, y sólo 5 individuos vivos. Estos hallazgos indican una tolerancia limitada de la *Urtica Urens* frente a los contaminantes en etapas de crecimiento más avanzadas, lo cual es consistente con estudios previos que resaltan la capacidad diferenciada entre especies de plantas para tolerar o absorber contaminantes sin comprometer su desarrollo (Núñez et

al., 2024). Los resultados obtenidos subrayan la importancia de considerar el tamaño y la etapa de crecimiento de las plantas en los estudios de fitoestabilización, ya que las características de cada especie pueden influir en su efecto.

Contaminación por elementos inorgánicos

Los resultados del análisis de laboratorio presentados en la (Tabla 5) expresan niveles bajos de Plomo (Pb), tanto en suelos en fitoestabilización con *Urtica dioica* y *Urens*. En concentraciones de 0,01 mg/kg y 0 mg/kg respectivamente, se encuentra dentro de los establecido en el ECA según DS 011-2017 MINAM.

Factores que influyen en la supervivencia

- Tolerancia a los contaminantes: Las diferencias en la tolerancia a los contaminantes entre las dos especies podrían explicarse por variaciones en su fisiología y mecanismos de absorción y detoxificación. (Murtic et al., 2019).
- Efectos de los fitosanitarios en la microbiota del suelo: La presencia de fitosanitarios afecta la microbiota del suelo, alterando la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Segura-Muñoz et al., 2020). Esta alteración puede explicar la mayor vulnerabilidad de la *Urtica Urens* en comparación con la *Urtica dioica*.
- Etapa de crecimiento: La etapa de crecimiento también juega un papel importante. Las plantas jóvenes suelen ser más resistentes a las condiciones adversas, pero a medida que crecen, su capacidad de supervivencia puede disminuir. (García et al., 2021).

CONCLUSIONES

El estudio realizado en el Centro Poblado Pilcos, distrito de Colcabamba, Perú, ha revelado diferencias significativas en la capacidad de fitoestabilización entre las dos especies de ortigas estudiadas, *Urtica dioica* y *Urtica Urens*. Ambas especies de ortiga demostraron ser efectivas para reducir la movilidad de los contaminantes fitosanitarios en los suelos del CP. Pilcos. Sin embargo, *Urtica dioica* mostró una mayor eficacia general en la inmovilización de compuestos tóxicos y la estabilización de contaminantes en comparación con *Urtica Urens*.

- Se logró comparar la eficacia de ambas especies en la reducción de la movilidad de los contaminantes fitosanitarios, observando diferencias en su capacidad de adaptación y crecimiento.
- El análisis del impacto de la fitoestabilización en la biodiversidad del suelo y la estructura microbiana local no fue abordado en profundidad, por lo que se propone realizar investigaciones a largo plazo.



- Las ortigas *Urtica dioica* y *Urens* demostraron ser prometedoras para la fitoestabilización de suelos contaminados por fitosanitarios, ofreciendo una solución ecológica y sostenible. Sin embargo, se requieren estudios a largo plazo para verificar su eficacia, su impacto en la biodiversidad del suelo y la optimización de las condiciones para su uso en la fitorremediación.

Los datos obtenidos de las muestras de tierras contaminadas de suelo con cultivo de maíz evidencian la necesidad urgente de abordar la contaminación por pesticidas mediante prácticas agrícolas más sostenibles y un monitoreo constante de la calidad del suelo además implementando la fitorremediación utilizando la urtica de ambas especies. Sin embargo, los parámetros del suelo, que incluyen aspectos físicos (textura, estructura, densidad), químicos (pH, capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica), determinan la calidad del suelo y su capacidad para soportar la vida vegetal y procesos ecológicos, estos parámetros proporcionan información esencial sobre la fertilidad del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, L., Macias, K., & Suárez, A. (2018). Fitorremediación: La alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). The Nature and Properties of Soils (15th ed.). Pearson.
- Díaz, M. (2019). Capacidad de acumulación de la ortiga (*Urtica Urens*) para la fitorremediación de suelos contaminados con plomo en La Oroya, 78 Junín. [Universidad César Vallejo].
- García, M., Hernández, M., & Silva, R. (2021). Preliminary assessment of Vrens nettle (*Urtica Urens*) for soil contamination remediation. Soil and Sediment Contamination: An International Journal, 30(5), 453-464.
- Ghosh, M., & Singh, S. P. (2018). A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by-products. Applied Ecology and Environmental Research, 3(1), 1-18.
- Khan, S., Afzal, M., Iqbal, S., & Khan, Q. M. (2023). Plant–bacteria partnerships for phytoremediation: A promising field for environmental cleanup. Environmental Science and Pollution Research, 20(7), 4287-4298.
- Martínez, F., López, A., & Pérez, J. (2020). *Urtica dioica* as a potential candidate for phytoremediation: A review of its capabilities and applications. Journal of Environmental Management, 257, 109992.
- Marcelo, G. (2018). Capacidad fitorremediadora de *Urtica dioica*. Artículo científico: pág. 64
- Urens L. en suelos con metales pesados del sector Campanario, Quiruvilca, Santiago De Chuco, La Libertad [Universidad César Vallejo].
- Murtic, S., Svarc, T., & Škorić, D. (2019). Phytoremediation potential of wild nettle species for contaminated soils. Environmental Science and Pollution Research, 26(8), 8041-8054.
- Núñez, R., Vong, Y., Ortega, R., & Olguín, E. (2024). Fitorremediación: Fundamentos y aplicaciones. 15.
- Paz-González, A., Vieites-Blanco, C., & Taboada-Castro, M. M. (2017). Impact of pesticide use on soil salinity and electrical conductivity. Journal of Environmental Management.
- Pimentel, D. (2019). Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. Environment, Development and Sustainability.
- Pulford, I. D., & Watson, C. (2023). Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees: A review. Environment International, 29(4), 529-540.
- Segura-Muñoz, S. I., Trejo, J., & Cervantes, J. (2020). Influence of soil temperature on pesticide degradation: A review. Agricultural Sciences.
- Yacolca, M. (2021). Capacidad fitorremediadora de la ortiga (*Urtica Urens*) en suelos contaminados con plomo por pasivo ambiental ubicado en la localidad de San Miguel-Cerro de Pasco [Universidad César Vallejo].

