



Universidad César Vallejo

**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Remediación ambiental de contaminantes orgánicos persistentes  
mediante el uso de nanomateriales biofabricados para su  
adsorción: Revisión sistemática**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Caceres Davalos, Julio Cesar (orcid.org/0000-0003-1669-4433)  
Puente La Vega, Tobar Obed (orcid.org/0000-0002-0972-684X)

**ASESOR:**

Mg. Ugarte Alvan, Carlos Alfredo (orcid.org/0000-0001-6017-1192)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

## **Dedicatoria:**

A Dios y a la Virgen del Carmen por haberme dado la oportunidad de completar esta tesis con satisfacción.

A mis padres por haberme forjado grandes valores, responsabilidades en mi formación profesional; a mis suegros y en amor por el apoyo constante durante esta importante etapa de mi vida.

### **Julio Cesar Cáceres Davalos**

Dedico esta tesis a mi madre. por haberme apoyado en cada uno de mis pasos y enseñarme buenos valores, por la motivación constante que me permitió ser la persona que soy hoy y por su amor incondicional.

"Todos los triunfos nacen cuando nos atrevemos a brillar"

### **Obed Puente de Vega Tobar**

## **Agradecimiento:**

Nuestro total agradecimiento a los docentes de la Universidad César Vallejo por inculcarnos valores y conocimientos fundamentales para nuestra formación académica y profesional.

Agradecemos a todos los que formaron parte de esta investigación, recopilación de datos; Por último, a nuestro profesor investigador, por su apoyo, disposición y compromiso con el asesoramiento.

**Los autores.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS.

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento .....	ii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	16
3.1. Tipo de investigación y diseño .....	16
3.2. Categoría, subcategoría y matriz de categorización.....	16
3.3. Escenario de estudio .....	18
3.4. Participantes .....	18
3.5. Técnicas e instrumentos de recogida de datos .....	18
3.6. Proceso .....	19
3.7. Rigor científico .....	20
3.8. Método de análisis .....	20
3.9. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
V. CONCLUSIONES .....	34
VI. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS	

## Índice de tablas

<i>Tabla 1. Matriz de categorización a priori cuadro</i>	<u>17</u>
<i>Tabla 2. Contaminantes más degradados</i>	<u>22</u>
<i>Tabla 3. Funciones de los nanomateriales biofabricados</i>	26
<i>Tabla 4. Eficiencia de degradación de nanomateriales biofabricados</i>	<u>30</u>

## Índice de gráficos

<i>Gráfico 1. Contaminantes orgánicos persistentes</i> -----	6
<i>Gráfico 2. Procedimiento de selección de artículos</i> -----	19
<i>Gráfico 3. Porcentaje de contaminantes más degradados</i> -----	25
<i>Gráfico 4. Eficiencia media de degradación</i> -----	32

## Índice de Figuras

<i>Figura 1. COP heredados y emergentes en el sistema de agua dulce-----</i>	<i>4</i>
<i>Figura 2. Correlación de los COP con las funciones del tejido adiposo-----</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3. Síntesis biológica y aplicaciones de nanopartículas metálicas en el campo biomédico y ambiental-----</i>	<i>9</i>

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo general definir los aspectos más relevantes de la remediación ambiental de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biofabricados para su adsorción; Utilizando como metodología un tipo de investigación básica, el diseño narrativo agrega 26 artículos al estudio.

Los resultados obtenidos mostraron que los contaminantes más degradados fueron colorantes con un 58%, pesticidas con un 19%, contaminantes vegetales con un 15%, combustibles con un 4% y contaminantes farmacéuticos con un 1%. Porque la industria textil es una de las prácticas que mayor aprovechamiento hace del agua, contaminando así los cuerpos de agua. Las funciones de los nanomateriales biofabricados contra contaminantes orgánicos persistentes presentan función fotocatalítica; Esto se debe a que la fotocatálisis que utiliza fotocatalizadores como nanomateriales biofabricados se considera una técnica esperanzadora para biodegradar y controlar la contaminación de diversos recursos como el agua, el suelo y el aire. Finalmente

**Palabras clave:** orgánicos, nanomateriales, contaminantes, biofabricación, degradación



## **ABSTRACT**

The general objective of this study was to define the most relevant aspects of the environmental remediation of persistent organic pollutants through the use of biofabricated nanomaterials for their adsorption, using a basic research methodology with a narrative design and adding 26 articles to the study.

The results obtained showed that the most degraded pollutants were dyes with 58%, pesticides with 19%, plant pollutants with 15%, fuels with 4% and pharmaceutical pollutants with 1%. This is because the textile industry is one of the practices that uses the most water, thus contaminating water bodies. The functions of biofabricated nanomaterials against persistent organic pollutants present photocatalytic function; This is because photocatalysis using photocatalysts as biofabricated nanomaterials are considered a hopeful technique to biodegrade and control the pollution of various resources such as water, soil, air. Finally, the degradation efficiency of persistent organic pollutants by using biofabricated nanomaterials is found to be in a high average of 95 to 100%, since, the highest percentages range from 90% for dye pollutants.

**Keywords:** organics, nanomaterials, pollutants, biofabrication, degradation

## INTRODUCCIÓN

Numerosos contaminantes antropogénicos se producen en los ecosistemas terrestres (Rassol Saheem et al., 2022, p.2). donde el desarrollo agrícola ha sido objeto de escrutinio como causa de pérdida de biodiversidad debido a los impactos desfavorables de los pesticidas y fertilizantes (Mukhles Muntaha et al., 2022, p.3).

Sin embargo, contaminantes adicionales como metales pesados, partículas o microplásticos también llegan al medio ambiente, por ejemplo, a través de la actividad industrial urbana y el transporte (Song Xiaocheng et al., 2022, p.2).

Así es como en los últimos años, el rápido desarrollo de los sectores agrícola, de investigación e industrial (Chen Lizhu et al., 2019, p.4); Por ejemplo, un aumento de los contaminantes orgánicos e inorgánicos en el agua, el suelo y el aire se ha atribuido a los sectores textil, pintura, papel, curtidurías, fertilizantes químicos, desechos biomédicos, electricidad y electrónica, minería petrolera, vehículos y también a los sectores farmacéuticos (Methneni N. et al., 2021, p.2).

Debido a su resistencia peligrosa en el medio ambiente, los metales pesados y algunos contaminantes orgánicos se consideran contaminantes importantes a nivel mundial (Holzinger Anja et al., 2022, p.2). Causar graves problemas peligrosos para la salud de la biota viva (Ji Zhengyu et al., 2021, p.1).

Como resultado, además del aumento de las temperaturas o las sequías, diversos factores de estrés antropogénico, como la contaminación, están expuestos a los ecosistemas terrestres, incluida la fauna que vive en el suelo (Rodríguez Eugenio et al., 2018, p.2).

Debido a su participación en numerosos procesos ecosistémicos cruciales como la descomposición y el ciclo de nutrientes, los organismos del suelo se ven afectados por contaminantes ambientales diversos (Geisen Stefan et al., 2019, p.2). Además, podrían dañar directamente a los invertebrados del suelo como lombrices de tierra, nematodos o colémbolos al tener efectos nocivos sobre ellos (por ejemplo, de metales pesados o pesticidas) (Gunstone Tari et al., 2021. , p.2).

Además, indirectamente como resultado de modificaciones en las características fisicoquímicas del suelo, como el pH o la capacidad de retención de agua, o como

resultado de modificaciones en la comunidad microbiana del suelo (Brtnicky Martin et al., 2021, p.1).

La contaminación industrial que contiene metales pesados, partículas en el aire o microplásticos hechos de desechos plásticos degradados liberados en el medio ambiente puede dañar a las poblaciones de invertebrados, especialmente en o cerca de áreas urbanas (Buks F. et al., 2020, p.1).

Con el fin de proporcionar tecnologías económicas y efectivas para la limpieza de toxinas ambientales, la investigación ha cambiado como resultado de este problema (Liu Y. et al., 2020, p.3). La tendencia en la investigación para reducir los contaminantes ambientales con preocupaciones ambientales mínimas es adaptar el fenómeno de adsorción de las tecnologías convencionales con modificaciones a los adsorbentes a nanoescala (Geetha N. et al., 2021, p.3).

Los nanomateriales son candidatos prometedores para innovaciones en muchos campos industriales, ya que pueden tener características físicas y dimensiones distintivas, así como una mayor estabilidad y bioeficacia, debido a su estrecho rango de tamaño de 1-100 nm (Nayak S. et al. , 2020, p.4).

Teniendo en cuenta lo anterior, se elaboró el siguiente problema de estudio: ¿Cuáles son los aspectos más relevantes de la remediación ambiental de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biofabricados para su adsorción?

Los problemas específicos del estudio son:

Pe1: ¿Cuáles son los contaminantes más degradados presentes en los contaminantes ambientales por nanomateriales biofabricados para su adsorción?

Pe2: ¿Cuál es el papel de los nanomateriales biomanufacturados frente a los contaminantes orgánicos persistentes?

Pe3: ¿Cuál es la eficiencia de la degradación de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biofabricados?

Además, se desarrolló de la misma manera el siguiente objetivo general: Definir los aspectos más relevantes de la remediación ambiental de contaminantes orgánicos

persistentes mediante el uso de nanomateriales biomanufacturados para su adsorción.

Asimismo, los siguientes objetivos específicos del estudio:

Oe1: Clasificar los contaminantes más degradados presentes en contaminantes ambientales por nanomateriales biofabricados para su adsorción

Oe2: Identificar las funciones de los nanomateriales biofabricados frente a contaminantes orgánicos persistentes

Oe3: Determinar la eficiencia de la degradación de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biofabricados

Debido a la necesidad de abordar el problema de los contaminantes orgánicos persistentes, el objetivo es destacar la importancia y la eficiencia de los nuevos materiales adsorbentes biomanufacturados de base nanométrica, abordando la rehabilitación ambiental; para lo cual se buscará una revisión sistemática de diversas literaturas con un máximo de 5 años de antigüedad, presentando una justificación teórica social; donde el presente trabajo se centra en futuros investigadores que buscan despertar el interés por las aplicaciones sociales y por el uso de nanomateriales ecológicos.

## II. MARCO TEÓRICO

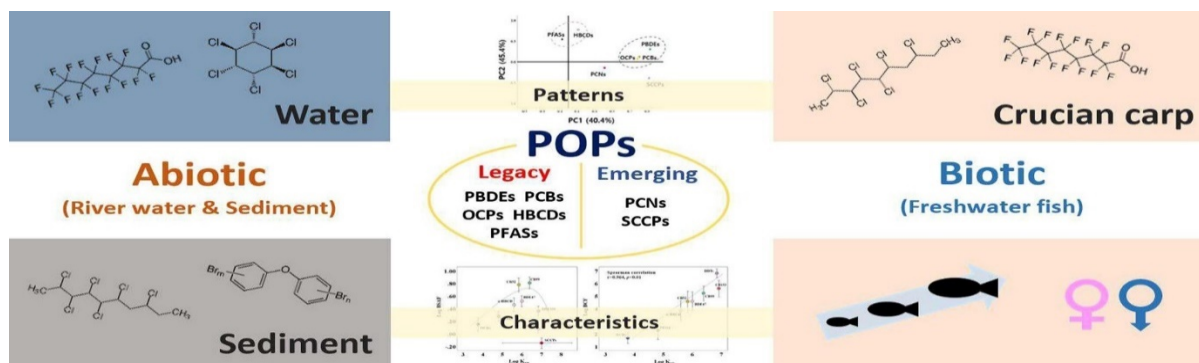
Numerosas formas bióticas en el mundo están amenazadas y experimentan consecuencias negativas como resultado del aumento de la contaminación ambiental provocada por la actividad humana (Donets Maksim M. et al., 2021, p.1).

Los contaminantes orgánicos persistentes (COP) son algunos de ellos y se encuentran entre los compuestos nocivos más generalizados del mundo (Tsygankov V. et al., 2019, p.2). Actualmente se encuentran en prácticamente todos los componentes del ecosistema, incluidos los humanos, debido a su persistencia en el medio ambiente, capacidad de bioacumulación y biomagnificación (Trinh Minh M. et al., 2019, p.1).

Los COP tienen una larga vida media en el suelo, los sedimentos, el aire o la biota, y son persistentes en el medio ambiente (Srinivas N. et al., 2021, p.249). Sin embargo, de hecho, un COP puede tener una vida media de años o décadas en el suelo o sedimento y varios días en la atmósfera. No parece haber un consenso sobre la duración de la vida media en un medio dado para que se le aplique el término "persistente" (Roe R. et al., 2022, p.3).

Los COP son típicamente moléculas hidrófobas y lipofílicas que desprecian el agua y aman la grasa (Kallawar G. et al., 2021, p.2). Se dispersan fuertemente a sólidos, especialmente materia orgánica, en suelos y sistemas acuáticos, evitando la fase acuosa (Engelsman Michelle et al., 2020, p.1). Además, se distribuyen en los lípidos de los organismos en lugar de entrar en el medio acuoso de las células y se retienen en el tejido graso (ver figura 1).

**Figura No. 1.** COP heredados y emergentes en el sistema de agua dulce



**Fuente:** Extraído de Choo Fishman et al., (2020)

Dado que el metabolismo es lento y los COP pueden acumularse en las cadenas alimentarias, esto le da a la permanencia chemical en la biota (Jiang Wanyanhan et al., 2018, p.1).

Es importante destacar que los COP son propensos a entrar en la fase gaseosa a temperatura ambiente (Zamalloa Cuba W. et al., 2020, p.3). Debido a su resistencia a las reacciones de descomposición en el aire, pueden volatilizarse de los suelos, la vegetación y los cuerpos de agua y viajar grandes distancias antes de ser redepositados (Lukyanova Olga N. et al., 2018, p.3).

Los COP pueden acumularse en una región alejada de donde fueron utilizados o liberados, ya que el ciclo de volatilización y deposición puede repetirse con frecuencia (Ramrez-Ayala et al., 2021, p.2). Los COP pueden propagarse entre partículas y aerosoles en la atmósfera dependiendo de la temperatura ambiente y las características fisicoquímicas del producto químico (Ari Akif et al., 2022, p.2).

En conclusión, los COP son susceptibles al transporte atmosférico a larga distancia debido a su estabilidad y tendencia a formar un gas en condiciones climáticas favorables (ver más abajo) (Lin B. et al., 2022, p.2 ). Los COP se acumulan en las cadenas alimentarias debido a su lipofilia y resistencia al metabolismo (Pizarro Aránguiz N. et al., 2018, p.2).

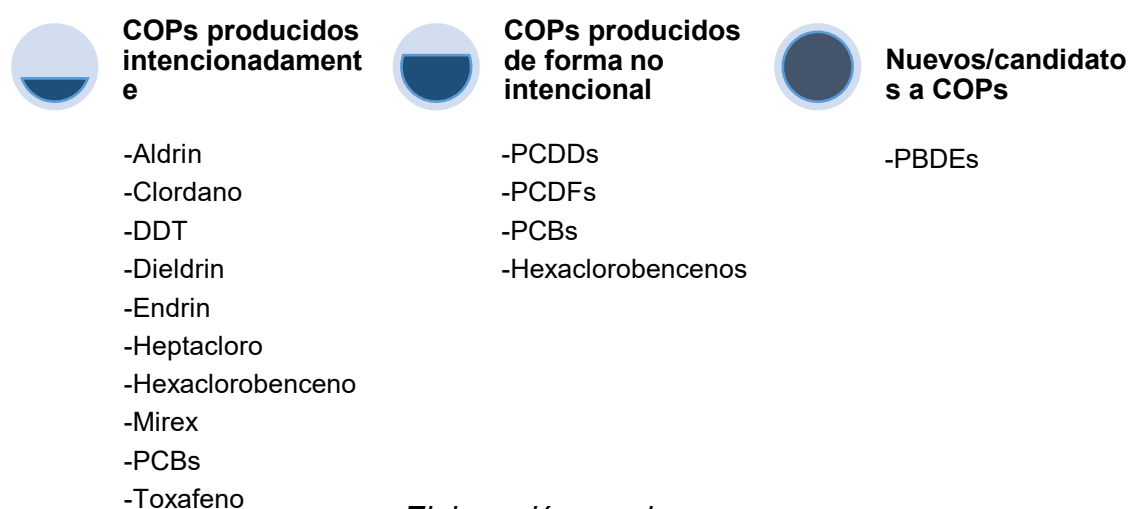
Las OPP se transportan al medio ambiente a través de la atmósfera desde las naciones asiáticas donde el uso del DDT (un pesticida utilizado para controlar insectos portadores de enfermedades) y el hexaclorociclohexano (HCH, un medicamento utilizado para tratar los piojos y la sarna) todavía son legales (Wang X. et al., 2016, p.2). Otras fuentes de PCO incluyen instalaciones de eliminación de desechos tóxicos y cementerios de pesticidas, desde los cuales se filtra en los hábitats marinos por la precipitación atmosférica y el agua subterránea (Han Dongmei et al., 2017, p.2).

Hay decenas de miles de productos químicos COP, muchos de los cuales pertenecen a ciertas familias o series químicas (hay, por ejemplo, teóricamente 209 PCB distintos, cada uno con una cantidad de cloración única y una posición de reemplazo) (Guerra R. et al., 2019, p.4). Los COP más conocidos son los bifenilos policlorados (PCB) y

los insecticidas organoclorados (PCO), los cuales fueron ampliamente utilizados en la segunda mitad del siglo XX (Tripathi V. et al., 2019, p.2).

Numerosas familias de aromáticos clorados (y bromados), como las dibenzopaxinas y furanos policlorados (PCDD/F), son una categoría significativa de compuestos de COP (Reddy A. et al., 2019, página 2). Además, hay muchos insecticidas organoclorados, incluidos los éteres de difenilo polibromados (PBDE) (por ejemplo, DDT y sus metabolitos, toxafeno, clordano, etc.) (Loreto-Gómez C. et al., 2018, p.3). (Ver gráfico 1).

**Gráfico No. 1. Contaminantes orgánicos persistentes**



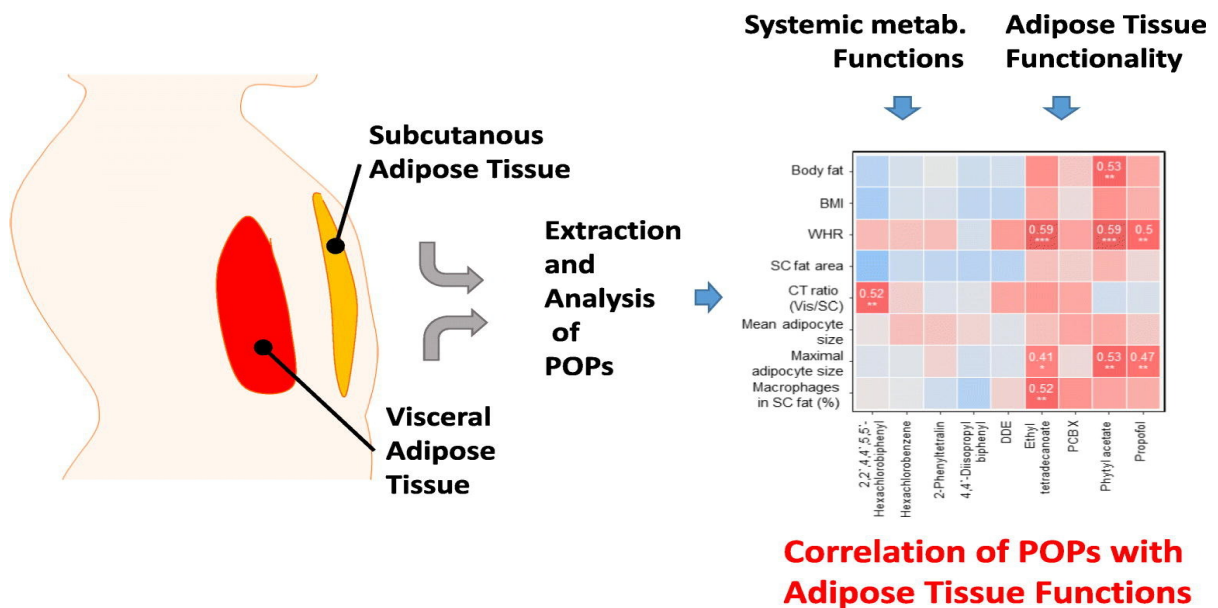
*Elaboración propia*

Algunos son subproductos no intencionales de la fabricación industrial de otros compuestos (como PCDD/PCDD) o la combustión no intencional de sus precursores (Chi Kai H. et al., 2022, p.4). Muchos han sido creados como agroquímicos o para fines industriales (como PCB, paranos clorados y PBDE) (por ejemplo, DDT, lindano, clordano) (Morales P. et al., 2022, p. dos).

Los fenoles son un ejemplo de un COP más polar, al igual que los fenoles clorados y los alquilfenoles polietoxilados, que son tensioactivos no iónicos (Christensen Erik R. et al., 2022, p.3).

Los COP son motivo de preocupación porque pueden bioacumularse y propagarse en la cadena alimentaria y tener un efecto adverso en las principales especies depredadoras, como los seres humanos (véase la figura 2). Las aves y los animales marinos han proporcionado quizás la evidencia más convincente y bien documentada de las consecuencias (Van Der S. et al., 2021, p.3).

**Figura No. 2. Correlación de los COP con las funciones del tejido adiposo**



**Fuente:** Extraído de Rolle-Kampczyk et al., (2020)

Como se muestra en la Figura 2, los productos químicos ambientales hidrófobos se bioacumulan en el tejido adiposo (AT) en animales y humanos; además, los trastornos cardiometabólicos viscerales en lugar de subcutáneos (SC) como la diabetes tipo 2, el hígado graso y las enfermedades cardiovasculares están más íntimamente relacionados con la deposición de grasa.

Los efectos de los organoclorados (AO), particularmente DDE, un producto de degradación metabólica del DDT, en el grosor de la cáscara de los huevos de aves rapaces se han descrito y revisado en varios estudios (Buck Annika et al., 2020, p. 1).

Ha habido numerosos informes de efectos menores pero significativos en la capacidad de las aves que se alimentan de peces para reproducirse tanto en Europa como en los Grandes Lagos (Richard Freddie-Jeanne et al., 2021, p.3).

Los COP, principalmente los PCB, también se han relacionado con la reducción de la reproducción en focas en el Mar Báltico, el Mar de Wadden holandés y el Mar de San Lorenzo, así como en ballenas beluga (Adithya S. et al., 2021, p.5).

Sin embargo, debido a que una amplia gama de COP se produce y acumulan simultáneamente en la biota (Girones Lautaro et al., 2021, p.2) Es extremadamente difícil determinar con certeza si un impacto es causado por un químico específico,



una familia de productos químicos, sus metabolitos o incluso numerosas familias de la química que funcionan sinérgicamente (Curtean-Banaduc A. et al., 2020, p.3).

Debido a esto, las tecnologías tradicionales tienen una serie de limitaciones que dificultan la eliminación de contaminantes existentes del medio ambiente en sus muchas formas (Qian Jieshu et al., 2020, p.2). Como resultado, se han utilizado tecnologías eficaces y rentables para eliminarlas toxinas ambientales del medio ambiente (Baruah Jubaraj B., 2022, p.4).

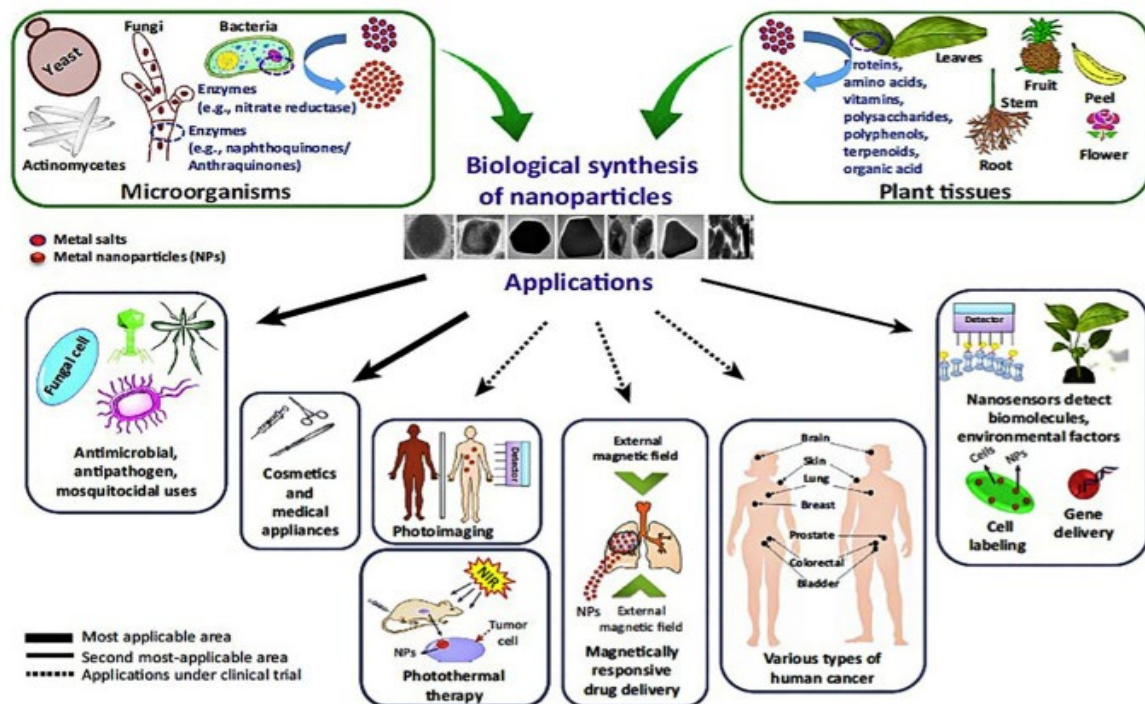
Siendo la aplicación de la adsorción mediante la modificación de adsorbentes a nanoescala una investigación de tendencias para mitigar contaminantes ambientales con pocas preocupaciones ambientales (Chinnappan Sudhakar et al., 2018, p.4).

La biofabricación de nanomateriales se ha convertido en un foco de investigación en nanobiotecnología en los últimos años debido a los procesos de preparación sencillos y la abundancia de fuentes biológicas que incluyen metabolitos con diversas características (Dobrucka Renata, 2019, p.2). Además, los potenciales exponenciales de los materiales con dimensiones a nanoescala han atraído la atención significativa de los investigadores (Moise Sandhya et al., 2017, p.1).

Del mismo modo, la necesidad de crear tecnologías ambientalmente aceptables para la fabricación de nanopartículas no tóxicas y biocompatibles ha surgido como resultado de la creciente comprensión de la química verde y los procesos biológicos (Saravanan Muthupandian et al., 2021, p. 101). Dado que se han realizado intentos en los últimos diez años para crear nanopartículas a partir de fuentes biológicas (Ameen Fuad et al., 2020, p.4). (Ver figura 3).

Las plantas y los microorganismos, como hongos, bacterias, virus, actinomicetos, basidiomicetos, levaduras, enzimas, etc., sirven como fuentes biológicas de la baja toxicidad de las nanopartículas producidas y actúan como agentes bioreductores estabilizadores y protectores (Nasrollahzadeh M. et al., 2019, p.81).

**Figura No. 3. Síntesis biológica y aplicaciones de nanopartículas metálicas en el campo biomédico y ambiental**



**Fuente:** Extraído de Singh Priyanka et al., (2016)

Estas nanopartículas biogénicas tienen características especiales y pueden encontrar uso en sistemas controlados de administración de fármacos, ingeniería de tejidos, biosensores, bioetiquetado, agricultura, electrónica y otros campos (Tian Ming et al., 2020, p. 3). Al igual que otros nanomateriales, los nanomateriales biológicos tienen un rango de tamaño estrecho de 1-100 nm, por lo que tienen características físicas distintas, dimensiones y estabilidad y bioeficacia (Quinteros Melisa A. et al., 2019, p.2).

Además, numerosos estudios han demostrado con éxito la biofabricación de nanomateriales utilizando extractos de plantas y hongos. Se consideran una fuente sostenible de diversos compuestos naturales, incluidas saponinas, taninos, quininas, esteroides, terpenoides, ácidos fenólicos y alcaloides, que tienen una variedad de cualidades especiales, como reserva de metabolitos bioactivos (Rafinska K. et al., 2017, p.1).

Los hongos se pueden utilizar en procesos de biofabricación, ya que tienen una variedad de proteínas y enzimas que actúan como agentes reductores, además de tener otras propiedades (Joshi Shreya M. et al., 2021, p.2). Aunque las bacterias se

utilizan con frecuencia en la creación de nanopartículas, la utilización de hongos también es ventajosa ya que sus micelios tienen una amplia superficie y interactúan con sales metálicas (Khandel P. y Shashi K., 2018, p. dos).

Dada la problemática realidad expuesta sobre los contaminantes orgánicos persistentes y sus métodos de remediación mediante la aplicación de nanomateriales biomanufacturados para su adsorción, se presentan algunos de los estudios a nivel mundial que demuestran la viabilidad del uso de nanomateriales:

Arya Geeta et al., (2017, p.1); en su trabajo El estudio, titulado "Degradación de contaminantes antropogénicos y colorantes orgánicos por nanocatalizadores de plata biosintetizados de hojas de *Cicer arietinum*", ilustra la potente actividad catalítica de las nanopartículas de plata hechas de extracto de hoja de la planta de garbanzo (CAL-AgNP). Uso de nanocatalizadores de plata para combatir contaminantes antropogénicos, principalmente colorantes azoicos y nitroaminas. La síntesis, optimización y caracterización de las partículas de plata también se llevaron a cabo como parte de una investigación sistemática, y las AgNP se evaluaron más a fondo utilizando DLS y TEM para la evaluación de la morfología y el tamaño. Como resultado, las partículas producidas tenían un rango de tamaño de 88,8 nm y una morfología esférica. El examen de los grupos funcionales y de composición de la partícula también se realizó utilizando FTIR. Además, se evaluó la eficacia antibacteriana contra *E. coli* y *P. aeruginosa*, y a través de la evaluación catalítica, se propuso que el CAL-AgNP podría ser muy útil para superar la contaminación ambiental.

Prasad Cheera Y., et al., (2017, p.2); Creó un método sencillo y respetuoso con el medio ambiente para la síntesis de nanopartículas magnéticas (MNP) de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  utilizando un extracto acuoso de cáscaras de *Pisum sativum* (PS) como reductor y protección en su estudio "Síntesis biogénica de nanopartículas magnéticas de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  utilizando extracto de cáscara de *Pisum sativum* y su efecto en los estudios de degradación de colorantes magnéticos y naranja de metilo". FTIR, polvo XRD, STEM, BET y mediciones de espectroscopia Raman son solo algunos de los métodos utilizados para caracterizar los MNP PS- $\text{Fe}_3\text{O}_4$  producidos. Los hallazgos demuestran que las nanopartículas de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  producidas tienen una alta área de superficie específica (17,6  $\text{m}^2/\text{g}$ ) y una forma esférica aglomerada con un rango de tamaño de 20 a 30 nm. Exhibiendo una magnetización de saturación de 64.2 emu/g,

una muestra de PS-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> MNP con características ferromagnéticas lo demuestra claramente. Además, la espectroscopia UV-visible se ha utilizado para explorar las características catalíticas de PS-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> MNP para la degradación del colorante de naranja de metilo (MO) en solución acuosa. Además, los resultados demuestran que PS-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> MNPs es un catalizador más eficaz de lo que se pensaba anteriormente para la degradación del colorante de naranja de metilo.

Anchan Sanjana et al., (2019, p.1); en su trabajo el extracto de hoja de *Peltophorum pterocarpum* se utilizó por primera vez para fabricar nanopartículas magnéticas a partir de óxido de hierro (FONP) bajo el título "Síntesis biogénica de nanopartículas de óxido férrico utilizando el extracto de hoja de *Peltophorum pterocarpum* y su potencial catalítico para la degradación de colorantes". Según los resultados de TGA, la pérdida de peso se produjo durante el calentamiento hasta 800 ° C. Bandas significativas para una serie de fitocompuestos y Fe-O fueron visibles en los espectros FTIR. El 90% del colorante se eliminó en 220 minutos después de examinar la eficiencia catalítica del FONP tipo Fenton para la degradación del colorante del azul de metileno. Los hallazgos experimentales se adaptan adecuadamente a un modelo de segundo orden con una constante degradante de 0,0987 L/mg min. Además, se evaluó la actividad catalítica de los FONAP en la eliminación del colorante MB mientras se usa el agente reductor NaBH<sub>4</sub>. El tinte se degradó de manera impresionante (92%) en solo 27 minutos, y los datos se explicaron mejor mediante un modelo de primer orden con una constante de desintegración cinética de 0.0856 min<sup>-1</sup>. Conclusión: Los FONPs verdes generados aquí podrían emplearse como nanocatalizadores para la limpieza de residuos en la degradación de tintes.

Noman Muhammad et al., (2020, p.1); informa la síntesis de CuNP por una cepa bacteriana nativa resistente al cobre *Escherichia* sp. SINT7 y evaluación de la actividad fotocatalítica de CuNPs biogénicos para la degradación de colorantes azoicos y el tratamiento de efluentes textiles en su estudio "Uso de nanopartículas de cobre biogénicas sintetizadas a partir de una *Escherichia* sp. nativa como fotocatalizadores para la degradación de colorantes azoicos y el tratamiento La presencia de proteínas de recubrimiento necesarias para la estabilidad de los nanomateriales fue revelada por espectroscopia FTIR. Los experimentos de degradación del colorante azoico mostraron que, a una concentración de colorante de 25 mg L<sup>-1</sup>, las CuNP decoloraron el rojo Congo (97,07%), la malaquita (90,55%),

el azul directo-1 (88,42%) y el negro-5 reactivo (83,61%) después de 5 horas al sol. Sin embargo, a una concentración de colorante de 100 mg L<sup>-1</sup>, se informó que los porcentajes de degradación para el rojo Congo, el verde malaquita, el azul-1 directo y el negro-5 reactivo fueron 83.90%, 31.08%, 62.32% y 76.84%, respectivamente. En comparación con las muestras no tratadas, el tratamiento de efluentes textiles con CuNP redujo significativamente el pH, la conductividad eléctrica, la turbidez, las partículas suspendidas totales, los sólidos disueltos totales, la conciciencia, los cloruros y los sulfatos.

Singh Jagpreet et al., (2018, p.1); en su artículo El colorante reactivo amarillo 186 (RY-186) se eliminó utilizando nanopartículas de SnO<sub>2</sub> generadas in situ a partir de extracto de hoja de Piper betle en el estudio "Piper betle deja la producción biogénica mediada por nanopartículas de SnO<sub>2</sub> para la degradación fotocatalítica del colorante amarillo reactivo 186 bajo la luz solar directa". La producción de nanopartículas ultrafinas, esféricas y altamente cristalinas con una estructura de rutilo tetragonal que mide 8,4 nm de diámetro se descubrió después de que las nanopartículas fabricadas se examinaron utilizando los instrumentos espectroscópicos y microscopios apropiados. La eficiencia de degradación y la constante de velocidad aparente ( $K'_{app}$ ) de la fotólisis del colorante RY-186 por nanopartículas en presencia de luz solar fueron 92.17% y  $1.3 \times 10^2 \text{ min}^{-1}$ , respectivamente. La cinética de pseudo-primer orden se descubrió a través del análisis cinético del proceso de degradación del colorante, afirmando que el trabajo reciente mostró cómo las NP de SnO<sub>2</sub> biogénicas podrían usarse como un catalizador heterogéneo para limpiar el agua contaminada industrialmente para el medio ambiente.

Kamran Urooj et al., (2019, p.1); en su trabajo de investigación se crearon nanopartículas de manganeso (MnNPs) utilizando extracto de corteza de Cinnamomum verum (CVBE) utilizando acetato de manganeso (II) tetrahidrato como precursor de Mn. "Síntesis biogénica, caracterización e investigación de la actividad fotocatalítica y antimicrobiana de nanopartículas de manganeso sintetizadas a partir del extracto de corteza de Cinnamomum verum". Se utilizaron métodos SEM, STEM, XRD y FTIR para caracterizar los MnNPs biosintetizados. Los MnNPs sintéticos centrados en MnNPsfase eran esféricos, cristalinos y en forma agregada, con un tamaño de menos de 100 nm. Al destruir el colorante rojo del Congo (CR), se evaluó

la actividad fotocatalítica (PCA) de MnNP. La tasa de descomposición del colorante fue del 78,5% en condiciones óptimas de pH 7,0, dosis de MnNP de 0,06 g/l, concentración inicial de colorante de 10 mg/l y 60 min de irradiación UV, lo que demuestra el potencial fotocatalítico de los MnNPs biosintetizados. Además, los resultados demostraron que los usos autóctonos de las plantas medicinales para la producción de NP y su futura aplicación en el campo de la nanotecnología, que podría ampliarse para la síntesis de NPs a partir de otros metales, es posible.

Rasheed Tahir et al., (2019, p.1); La síntesis biogénica de CoNPs utilizando extracto de planta de *T. officinale* y borohidruro de sodio ( $\text{NaBH}_4$ ) como agente reductor se describe en la investigación del autor, "Síntesis biogénica y caracterización de nanopartículas de óxido de cobalto para la reducción catalítica de colorantes directos amarillo-142 y naranja de metilo". *T. officinale* CoNPs, también conocidos como TO-CoNPs, fueron creados y descritos originalmente utilizando una variedad de métodos experimentales, incluyendo espectroscopia UV-Vis, FT-IR, microscopía electrónica de barrido (SEM) y microscopía electrónica de transmisión (TEM). La síntesis efectiva de TO-CoNP se confirma por un amplio pico en la región de 319 nm. Luego se examinó el potencial de degradación del colorante de los TO-CoNP obtenidos idealmente contra colorantes azoicos, como el amarillo-142 directo. En consecuencia, el proceso de degradación dependiente del tiempo se ejecutó durante 60 minutos, y el muestreo tuvo lugar cada 15 minutos. Al final del ciclo de tratamiento de 60 minutos, ambas muestras de prueba (las probadas con TO-CoNP presente) mostraron una degradación completa de los colorantes amarillo-142 y naranja de metilo directos en comparación con la muestra de control (aquellas probadas sin TO-CoNP). En conclusión, el desglose de ambos colorantes azoicos muestra que los TO-CoNP se pueden usar contra otros contaminantes relacionados y en desarrollo de una manera rentable y respetuosa con el medio ambiente.

Baruah Debjani et al., (2018, p.1); Describió un método verde para la creación de nanopartículas de oro utilizando extractos acuosos de hojas de *Alpinia nigra* y sus capacidades fotocatalíticas en su publicación, "Síntesis biogénica de nanopartículas de oro y su uso en la destrucción fotocatalítica de tintes peligrosos". También se evaluó la capacidad de las nanopartículas producidas para ser antioxidantes, antibacterianas y antifúngicas. Considerando que, la síntesis mediada por *A. nigrava* de nanopartículas de oro (ANL-AuNP) se examinó utilizando un espectrofotómetro

UV-Vis, espectroscopia, infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR), difracción de rayos X (XRD) y microscopía electrónica de transmisión (TEM). Los ANL-AuNP tenían un tamaño de partícula promedio de 21.52 nm y eran principalmente de forma esférica, según las imágenes TEM. Mediante el análisis de espectro, fue posible identificar los polifenoles y otros grupos funcionales que estaban presentes en el extracto acuoso y que sirvieron como agentes amortiguadores y reductores durante la producción de Au-NPs. FTIR. Con un valor IC 50 de 52,16 g/ml, estas nanopartículas verdes sintéticas demostraron actividad antioxidante e inhibieron el desarrollo de bacterias grampositivas y gramnegativas. También fueron eficaces contra el hongo patógeno *Candida albicans*. La degradación de los colorantes contaminantes antropogénicos, naranja de metilo y rodamina B, fue catalizada por ANL-AuNPs en presencia de luz solar, con tasas de degradación de 83.25% y 87.64%, respectivamente.

Muthuvel A. et al., (2020, p.2); En su estudio, "Síntesis de nanopartículas de óxido de cobre por métodos químicos y biogénicos: degradación fotocatalítica y actividad antioxidante in vitro", el autor creó nanopartículas de óxido de cobre (CuO-NP) utilizando dos métodos diferentes (química y biosíntesis) para estudiar el efecto del método de preparación sobre la estructura, óptica, morfología, fotocatalizador, actividad antibacteriana y antioxidante in vitro de estas nanopartículas. Mediante el uso de XRD, UV-Vis, HR-TEM, DLS, ZE, PL y FT-IR, se examinaron las nanopartículas producidas. El óxido de cobre tiene una estructura monoclinica monofásica con un tamaño medio de cristalito de 2.05 a 3.00 nm, según los espectros de difracción de rayos X. Con un tamaño medio de 32 nm y 25 nm, respectivamente, los CuO-NP sintetizados mediante técnicas químicas y biológicas tenían morfología esférica, según el examen HR-TEM. Cuando se expusieron a la luz solar, los CuO-NP producidos demostraron una actividad fotocatalítica potencial hacia la descomposición del colorante azul de metileno. Para los CuO-NP producidos química y biológicamente, se encontró que la eficiencia de degradación contra el colorante azul de metileno era del 85 y 97%, respectivamente.

Yu Chene et al., (2019, p.2); Los informes sobre la biosíntesis verde de nanopartículas de plata (AgNP) utilizando extracto de hoja de *Eriobotrya japonica* (Thunb.) y su aplicación a la degradación catalítica de colorantes reactivos se pueden encontrar en el artículo "Biosíntesis verde de nanopartículas de plata usando *Eriobotrya japonica*

(Thunb.) extracto de hoja para catálisis reductiva". La espectroscopia de absorción UV-vis, la microscopía electrónica de barrido por emisión de campo (FESEM), la difracción de polvo de rayos X (XRD), la microscopía electrónica de transmisión (TEM) y la espectroscopia infrarroja transformada se utilizaron para estudiar las características de AgNP biogénicos. Análisis de difracción de electrones de área seleccionada (SAED), espectroscopía de rayos X de dispersión de energía (EDS) y Fourier (FTIR). La producción de AgNP se confirmó mediante espectroscopia UV-vis y análisis de rayos X, que también revelaron una alta absorbancia de resonancia de plasmones superficiales a 467 nm (SPR). A 20 °C, 50 °C y 80 °C, respectivamente, los diámetros medios de las AgNPs biógenas fueron 9.26 2.72, 13.09 3.66 y 17.28 m. 5.78 nm, respectivamente. Mientras que los resultados demuestran que el tamaño de los AgNPs generados fue influenciado significativamente por la temperatura de reacción. Además, el tamaño y la actividad catalítica para la descomposición reductora de los colorantes reactivos a través de NaBH aumentan con la temperatura de síntesis, aumentando con el tamaño y disminuyendo con la actividad.



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

El tipo de investigación utilizada en este trabajo fue básica; Siendo que esto también se conoce como investigación pura o investigación fundamental, es una investigación científica centrada en mejorar las teorías científicas y tiene como objetivo mejorar la predicción o comprensión de fenómenos naturales o de otro tipo (Jacobs Arthur M. y Ziegler Johannes C., 2016, p.2). Así, este trabajo utilizó investigación básica, ya que buscó definir los aspectos más relevantes de la remediación ambiental de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biomanufacturados para su adsorción, adquiriendo conocimiento de estudios realizados en los últimos años.

Además, el diseño utilizado fue la narrativa tónica; siendo que la narración utiliza materiales narrativos, es decir, cartas, libros, documentos que nos proporcionan una colección de historias, en las que se cuentan los pasajes de vida de las personas estudiadas y esto es posible, ya que los seres humanos presentan experiencias vividas que pueden ser registradas y con esto, los investigadores pueden ser introducidos a las experiencias vividas por los personajes principales para interpretar sus experiencias vividas (Mertens, 2018, p.7). Así es como se utilizó este diseño; Porque, buscará comprender cómo la remediación ambiental de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biomanufacturados genera su adsorción, a través de los artículos recolectados y analizados.

#### **3.2 Categoría, subcategoría y matriz de categorización**

La matriz que se muestra en la Tabla 1 fue preparada para ordenar y generar categorías y subcategorías para cada problema específico, con el fin de recopilar y organizar la información.

**Cuadro N° 1. Tabla de matriz de categorización a priori**

Objetivos específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Criterio 1	Criterio 2
Clasificar los contaminantes más degradados presentes en los contaminantes ambientales por nanomateriales biofabricados para su adsorción	¿Cuáles son los contaminantes más degradados presentes en los contaminantes ambientales por nanomateriales biofabricados para adsorción?	Contaminantes más degradados presentes en contaminantes ambientales  (Anchan Sanjana et al., 2019, p.1)	tintes	Según el tipo de contaminante	Según nanocatalizador biofabricado
			pesticidas		
			Productos farmacéuticos  (Nuevo Jubaraj B., 2022, p.4)		
Identificar las funciones de los nanomateriales biofabricados frente a los contaminantes orgánicos persistentes	¿Cuál es el papel de los nanomateriales biomanufacturados frente a los contaminantes orgánicos persistentes?	Papel de los nanomateriales biofabricados  (Singh Jagpreet et al., 2018, p.1)	Reductor	Según nanomaterial biofabricado	Según la descripción de la acción de los nanomateriales biofabricados
			Agente inhibidor  (Tian Ming et al., 2020, p.3)		
Determinar la eficiencia de degradación de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biofabricados	¿Cuál es la eficiencia de la degradación de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biofabricados?	Eficiencia de degradación  (Muthuvel A. et al., 2020, p.2)	Alto Mitad Corto  (Joshi Shreya M. et al., 2021, p.2)	Según el porcentaje de degradación	Según el momento en el que se produce la mayor degradación

### **3.3 Escenario de estudio**

El escenario de estudio fue tomado de los artículos científicos seleccionados para el estudio, debido a que el presente trabajo no es un estudio experimental, por lo tanto, los escenarios donde se llevaron a cabo los procedimientos metodológicos, la descripción de las características como los lugares de muestreo, análisis del estudio, campus universitarios y laboratorios se describen en los 25 artículos seleccionados.

### **3.4 Participantes**

Los participantes que formaron parte importante del desarrollo del estudio fueron los portales web Sciencedirect, Scopus y Scielo.

Siendo dicho portal virtual plataformas que albergan considerables estudios científicos a nivel de América Latina y otras partes del mundo. Además, cabe destacar que, aunque las plataformas brindan la exposición de documentos como libros virtuales, revistas académicas, entre otros documentos de búsquedas científicas y médicas, solo se seleccionaron artículos científicos de los últimos 6 años.

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos**

El análisis documental fue la técnica utilizada en este trabajo; Siendo descrito como el método que se encarga de condensar la información de un documento original con el fin de almacenarlo para facilitar su consulta, proporcionando facilidad en el contenido destacando los puntos más relevantes.

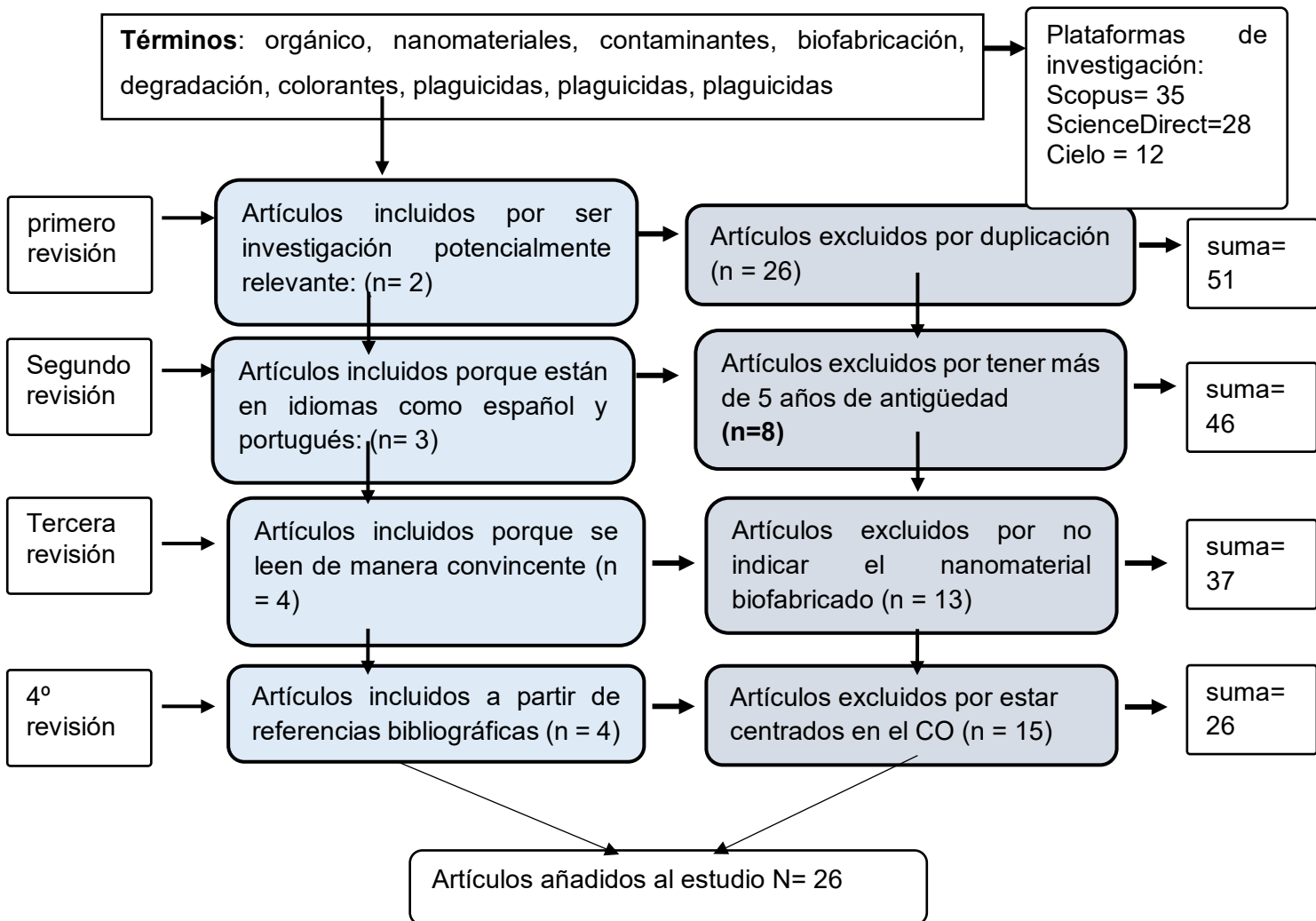
Dada la técnica utilizada, se requiere un instrumento que pueda ayudar a capturar la información sintetizada; para lo cual la hoja de análisis documental era la propuesta; Encontrando en el anexo 1 el documento de elaboración propia.

La hoja de análisis es un documento que permite capturar la información más importante y que resume el documento original; Así, a través del archivo propuesto, se detallan datos como: Título del estudio, datos del autor (Nombre(s), apellidos, años, página, metodología, nanomateriales biomanufacturados, porcentaje de degradación o eficiencia, resultados, conclusiones).

### 3.6 Procedimiento

El procedimiento seguido para la recolección de artículos consistió en el uso de palabras clave simples y compuestas como remediación ambiental, contaminantes orgánicos, nanomateriales biofabricados, adsorción, contaminación, degradación, entre otros. Además, se recogieron estudios de los últimos 6 años en los portales Scienedirect, Scopus y Scielo.

**Gráfico No. 2. Procedimiento de selección de artículos**



*Elaboración propia*

### **3.7 Rigor científico**

El concepto de rigor es vital, y los evaluadores externos se preocupan por el rigor al determinar el valor de la investigación cualitativa; Por lo tanto, en el presente trabajo, se cumplieron 4 criterios descritos por Cornejo et.al., (2011, p.15):

La dependencia o también llamada consistencia es el primero de los criterios que se cumplen para obtener rigor científico; Cuando este criterio se refiera a la firmeza de la información facilitada y para conseguirlo, los datos deberán revisarse varias veces.

La replicación es posible gracias a la fiabilidad, pero los investigadores cualitativos son conscientes de que es difícil (o incluso imposible) mantener la inducción con replicación, por lo tanto, el proceso de replicación en sí mismo invalida la inducción. Por lo tanto, es innecesario e indeseable que la investigación cualitativa replique un proyecto.

La validez, también conocida como credibilidad, permite la generalización y utilidad de las teorías cualitativas cuando se aplican a diferentes contextos y se recontextualizan.

Ambos criterios, fiabilidad y validez, están destinados a hacer rigurosa la investigación cualitativa (anteriormente llamada confiable).

Finalmente, la confiabilidad, describe el propósito específico del estudio, discute cómo y por qué los participantes fueron seleccionados para el estudio. Este criterio se consigue siguiendo la metodología utilizada para seguir la misma línea de investigación.

### **3.8 Método de análisis de la información**

El método de análisis utilizado permitió la introducción de más de dos tipos de técnicas para recolectar la información, entre estas el análisis documental y la matriz apriorística que permitió recolectar información, además, la matriz permitió mediar variables que ayudaron a proporcionar resultados ordenados y precisos.

Entre estas mediciones, se utilizó el uso de categorías: Contaminantes más degradados presentes en contaminantes ambientales, Función de los nanomateriales biofabricados, Eficiencia de degradación.

Así como las subcategorías: Colorantes, Plaguicidas, Productos farmacéuticos / Reductor, Inhibidor / Alto, Medio, Bajo

### **3.9 Aspectos éticos**

Los aspectos éticos cumplidos fueron la autenticidad, la honestidad y el respeto.

La autenticidad quedó reflejada en el documento emitido por el programa turnitin donde se demuestra que no hubo plagio.

La honestidad se cumplió al cumplir con la resolución de investigación N° 110-2022-VI-UCV, que es la guía emitida por la Universidad César Vallejo.

Finalmente, el respeto se reflejó a través de la debida citación de los autores utilizados en el desarrollo de este trabajo de investigación, donde cada uno se llevó a cabo con la Norma ISO-690.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 2, 3 y 4 se construyeron a partir de los 26 artículos seleccionados, que permiten definir los aspectos más relevantes de la remediación ambiental de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biomanufacturados para su adsorción como presentación de resultados.

**Cuadro N° 2.**  
*Contaminantes más degradados*

Contaminante	Tipos de contaminantes	recurso contaminado	nanomaterial biofabricado	Fuente
Teñir	Azul del Nilo	Agua contaminada	CuO NPs	Singh J. et al., 2019, p.1
	RY160	Agua contaminada	CuO NPs	
	Azul de metileno	Agua contaminada	Puntos cuánticos de ZnS	Jacob J. et al., 2019, p.2
	Azul de metileno	Agua contaminada	NPs magnéticos Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> con NaBH <sub>4</sub>	Anchan S. et al., 2019, p.4
	Azul de metileno	Agua contaminada	NPs magnéticos Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> con H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
	Rojo Congo	Agua contaminada	CuNPs	Noman Muhammad et al., 2020, p.1
	Verde malaquita	Agua contaminada	CuNPs	
	Directo Azul-1	Agua contaminada	CuNPs	
	Negro reactivo-5	Agua contaminada	CuNPs	
	Amarillo reactivo 186	Agua contaminada	SnO <sub>2</sub> NPs	Singh Jagpreet et al., 2018, p.1
	Rojo Congo	Agua contaminada	MnNPs	Kamran Urooj et al., 2019, p.1
	Amarillo directo-142, naranja de metilo	Agua contaminada	To-CoNPs	Rasheed Tahir et al., 2019, p.1
	naranja de metilo rodamina B	Agua contaminada	ANL AuNPs	Baruah Debjani et al., 2018, p.1

	Azul de metileno	Agua contaminada	CuO-NPs	Muthuvel A. et al., 2020, p.2
	Reactivo negro 5 y reactivo rojo 12	Agua contaminada	AgNPs	Yu Chene et al., 2019, p.2
	Azul directo-1, rojo metilo y negro reactivo-5	Agua contaminada	AgNPs	Ahmed T. et al., 2020, p.3
	Rojo Congo	Agua contaminada	B-Fe-PMS, B-FePS	Jegadeesan G. et al., 2019, p.1
	azul de bromotimol	Agua contaminada	AgNPs	Al-Thabaiti S. y Khan Z., 2020, pág. 2
	Rojo Congo y azul metileno	Agua contaminada	Puntos cuánticos de carbono	Zaib M. et al., 2021, p.1
	4-nitrofenol (4-NP), 2-nitrofenol (2-NP)  Colorantes peligrosos (rojo Congo (CR), azul de metileno (MB) y naranja de metilo (MO))	Agua contaminada	AgNPs mediadas por Acacia nilotica	Shah Z. et al., 2020, p.1
Pesticida	Herbicida 2,4-D (2,4-ácido diclorofenoxiacético)	-	AgNPs mediadas por Orthosiphon stamineu	Kamarudin NS et al., 2020, p.1
	Herbicida 2,4-D	-	AgNPs con un extracto de hojas de <i>Cymbopogon nardus</i>	Kamarudin NS et al., 2019, p.1
	Endosulfán	Agua contaminada	Nanoprisma de plata / MgO Compuesto de celulosa bacteriana	Tyagi N. et al., 2020, p.3
	Plaguicida (clorpirifos), insecticida (tiametoxam), fungicida (tebuconazol)	Agua contaminada	Nanopartículas de hexacianoferrato mediadas por <i>Sapindus mukorossi</i>	Rani M. y Shanker U., 2018, p.2
	Atrazina	suelo contaminado	Bionanomaterial magnético de <i>S. cerevisiae</i>	Wu J. y Raymond J., 2018, p.1

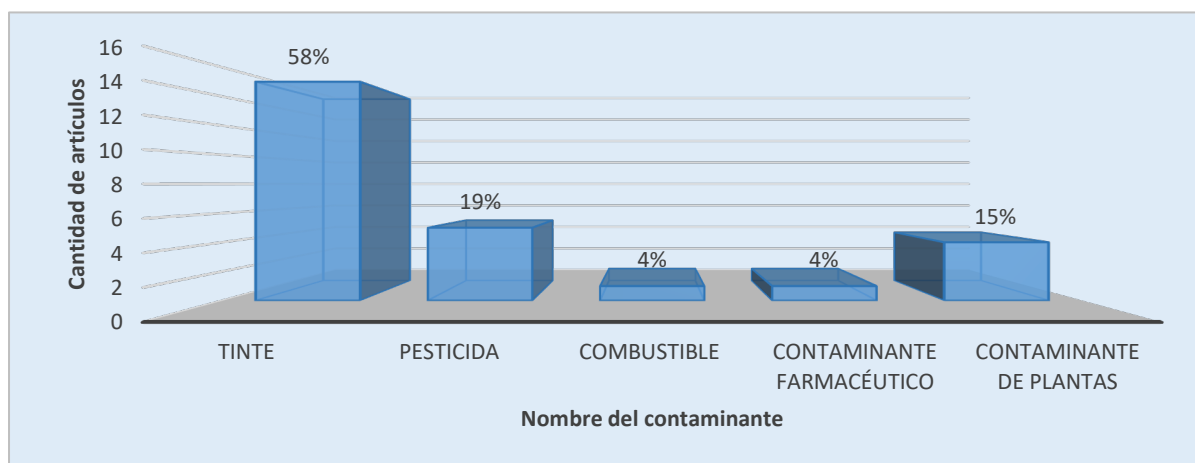


			(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> NPSA-PVA)	
Gas	HAP, naftaleno	Agua contaminada	Ag-NPs y Cu-NPs mediados por Azadirachta indica y Coriandrum sativum	Abbas S. et al., 2020, p.4
Contaminante farmacéutico	diclofenaco, carbamazepina y Paracetamol	Agua contaminada	Actividad biocatálisis	Pylypchuk L. et al., 2020, p.2
plagas de plantas	Hongo del tizón tardío de la papa	suelo contaminado	SeNPs	Joshi S. et al., 2021, p.2
	Fitopatógenos y micotoxinas (Alternaria alternata)	plantas contaminadas	SeNPs derivadas de Trichoderma harzianum	Hu D. et al., 2019, p.2
	Tizón de la hoja y tizón tardío	plantas contaminadas	SeNPs	Joshi S. et al., 2019, p.1
	Raya marrón bacteriana de arroz	plantas contaminadas	AgNPs	Ahmad H. et al., 2020, p.2

Los contaminantes más degradados presentes en los contaminantes ambientales son los colorantes y los pesticidas; Además, también se encontraron combustibles, contaminantes farmacéuticos y contaminantes vegetales.

### Gráfico No. 3.

Porcentaje de los contaminantes más degradados



Utilizando el gráfico 3 en comparación con la tabla 2, los contaminantes más encontrados fueron colorantes con 58%, pesticidas con 19%, contaminantes vegetales con 15%, combustibles con 4% y contaminantes farmacéuticos con 1%.

Siendo corroborado por el estudio de Shah Z. et al., (2020, p.1), presentando en su estudio una degradación de hasta el 95% para contaminantes tóxicos como 4-nitrofenol (4-NP), 2-nitrofenol (2-NP) y varios colorantes peligrosos como el rojo Congo (CR), metileno (MB) y naranja de metilo (MO); quien ve AgNP como un agente antimicrobiano potencial, así como un catalizador eficaz para la desintoxicación de contaminantes naturales como los colorantes).

Asimismo, los siguientes autores lo confirman: Singh J. et al., (2019, p.1), Jacob J. et al., (2019, p.2), Anchan S. et al., (2019, p.4), Noman Muhammad et al., (2020, p.1), Singh Jagpreet et al., (2018, p.1), Kamran Urooj et al., (2019, p.1), Rasheed Tahir et al., (2019, p.1), Baruah Debjani et al., (2018, p.1), Muthuvel A. et al., (2020, p.2), Yu Chene et al., (2019, p.2), Ahmed T. et al., (2020, p.3), Jegadeesan G. et al., (2019, p.1), Al-Thabaiti S. y Khan Z., (2020, p.2), Zaib M. et al., (2021, p.1), Shah Z. et al., (2020, p.1).

Por otro lado, Lellis Bruno et al., (2019, p.1), explica la razón de los colorantes como contaminantes más tratados; Y es que la industria textil es una de las prácticas que mayor aprovechamiento hace del agua, contaminando así los cuerpos de agua.

Siendo apoyado por los 26 estudios, donde se encontró que el agua es el recurso con mayor presencia de contaminación, y es decir, los recursos hídricos son los que tienen mayor contaminación debido a la escorrentía de fertilizantes y pesticidas (Rongxing Guo, 2013, p.47). Además, diversos autores como Sungur S. y Gulmez. F., (2015, p.30), mencionan que los colorantes se consideran una fuente de contaminación debido a la presencia de metales pesados que generan en el medio ambiente.

Además, Abbas S. et al., (2020, p.4), señala que las nanopartículas son un método eficaz para la descontaminación y purificación de contaminantes como los colorantes; siendo este el caso en su trabajo mostrado en la tabla 2, mientras que la planta *Azadirachta indica* tiene una tasa de eliminación más alta del 98,81%, mientras que

Coriandrum sativum tiene el poder de adsorción más bajo con un 95,29%. A continuación, se utilizó el estudio cinético y de equilibrio.

Por otra parte, se identificaron las funciones de los nanomateriales biofabricados frente a los contaminantes orgánicos persistentes comparando el tipo de contaminante con el tipo de nanomaterial biofabricado utilizado; se muestra en la tabla 3.

**Tabla N° 3.**  
*Funciones de los nanomateriales biofabricados*

nanomaterial biofabricado	Tipos de contaminantes	Papel de los nanomateriales biomanufacturado	Fuente
CuO NPs	Teñir (azul del Nilo )	Fotocatalítica	Singh J. et al., 2019, p.1
CuO NPs	Teñir (RY160)	Fotocatalítica	
NPs magnéticos Fe3O4 con NaBH4	Teñir (Azul de metileno )	Mecanismo catalítico	Anchan S. et al., 2019, p.4
NPs magnéticos Fe3O4 con H2O2	Teñir (Azul de metileno )	Proceso tipo Fenton	
CuNPs	Teñir (Rojo Congo)	Fotocatalítica	Noman Muhammad et al., 2020, p.1
CuNPs	Teñir (Verde malaquita )	Fotocatalítica	
CuNPs	Teñir (Directo Azul-1)	Fotocatalítica	
CuNPs	Teñir (Negro reactivo-5)	Fotocatalítica	
SnO2 NPs	Teñir (Amarillo reactivo 186)	Fotocatálisis	Singh Jagpreet et al., 2018, p.1
MnNPs	Teñir (Rojo Congo)	Bajo fotocatalizador UV	Kamran Urooj et al., 2019, p.1
To-CoNPs	Teñir (Amarillo directo-142, naranja de metilo)	Reducción catalítica	Rasheed Tahir et al., 2019, p.1
ANL AuNPs	Teñir (naranja de metilo rodamina B)	Actividad fotocatalítica	Baruah Debjani et al., 2018, p.1
CuO-NPs	Teñir (Azul de metileno)	Actividad fotocatalítica a la luz solar directa	Muthuvel A. et al., 2020, p.2
AgNPs	Teñir	actividad catalítica con	Yu Chene et al., 2019, p.2

	(Reactivo negro 5 y reactivo rojo 12)	NaBH <sub>4</sub>	
AgNPs	Teñir (Azul directo-1, rojo metilo y negro reactivo-5)	baja fotocatalisis luz solar directa	Ahmed T. et al., 2020, p.3
B-Fe-PMS, B-FePS	Teñir (Rojo Congo)	Catálisis por activación de PS y PMS	Jegadeesan G. et al., 2019, p.1
AgNPs	Teñir (azul de bromotimol )	Fotocatalisis mediada por H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , NaBH <sub>4</sub> e irradiación lumínica	Al-Thabaiti S. y Khan Z., 2020, pág. 2
Puntos cuánticos de carbono	Teñir (Rojo Congo y azul metileno)	degradación inducida por la luz visible	Zaib M. et al., 2021, p.1
AgNPs mediadas por Orthosiphon stamineu	Pesticida (Herbicida 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacético ácido))	Actividad fotocatalítica UV, catión imidazolio, grupos fenólicos	Kamarudin NS et al., 2020, p.1
AgNPs con un extracto de hojas de <i>Cymbopogon nardus</i>	Pesticida (Herbicida 2.4-D)	Actividad fotocatalítica potenciada por grupos fenólicos	Kamarudin NS et al., 2019, p.1
Ag-NPs y Cu-NPs mediados por Azadirachta indica y Coriandrum sativum	Gas (HAP, naftalina)	Adsorción superficial	Abbas S. et al., 2020, p.4
Nanoprisma de plata / MgO Compuesto de celulosa bacteriana	Pesticida (Endosulfán)	Desulfuración y dechloración	Tyagi N. et al., 2020, p.3
AgNPs mediadas por Acacia nilotica	Teñir (4-nitrofenol (4-NP), 2-nitrofenol (2-NP)  Colorantes peligrosos (rojo Congo (CR), azul de metileno (MB) y naranja de metilo (MO))	Fotodegradación, reducción catalítica por transferencia de electrones	Shah Z. et al., 2020, p.1
Nanopartículas de hexacianoferrato mediadas por Sapindus mukorossi	Pesticida Plaguicida (clorpirifos), insecticida (tiаметoxam), fungicida (tebuconazol)	Hidrolización del grupo aromático, dechloración y desalquilación	Rani M. y Shanker U., 2018, p.2
Actividad biocatálisis	Contaminante farmacéutico (diclofenaco, carbamazepina y	Nanocompuesto de sílice incrustado en peroxidasa de rábano picante	Pylypchuk L. et al., 2020, p.2

	Paracetamol)	(HRP)-lignina peroxidasa (LiP)	
SeNPs	plagas de plantas (Hongo del tizón tardío de la patata)	agente antifúngico	Joshi S. et al., 2021, p.2
SeNPs derivadas de <i>Trichoderma harzianum</i>	plagas de plantas (fitopatógenos y micotoxinas ( <i>Alternaria alternata</i> ))	agente antifúngico	Hu D. et al., 2019, p.2
SeNPs	plagas de plantas (Tizón de la hoja y tizón tardío)	agente antifúngico	Joshi S. et al., 2019, p.1
AgNPs	plagas de plantas (Raya marrón bacteriana de arroz)	agente antifúngico	Ahmad H. et al., 2020, p.2
Bionanomaterial magnético de <i>S. cerevisiae</i> ( $Fe_2O_3$ NPSA-PVA)	Pesticida (Atrazina)	Adsorción, decloración, desalquilación, desaminación, isomerización y mineralización de $Fe_2O_3$	Wu J. y Raymond J., 2018, p.1
Puntos cuánticos de ZnS	Teñir (Azul de metileno)	fotodegradación	Jacob J. et al., 2019, p.2

Las funciones de los nanomateriales biofabricados contra contaminantes orgánicos persistentes presentan función fotocatalítica; siendo corroborado por: Singh J. et al., (2019, p.1), Noman Muhammad et al., (2020, p.1), Singh Jagpreet et al., (2018, p.1), Kamran Urooj et al., (2019, p.1), Rasheed Tahir et al., (2019, p.1), Baruah Debjani et al., (2018, p.1), Muthuvel A. et al., (2020, p.2), entre otros.

Esto se debe a que la fotocatalisis que utiliza fotocatalizadores como nanomateriales biofabricados se considera una técnica esperanzadora para biodegradar y controlar la contaminación de diversos recursos como el agua, el suelo y el aire (Muhammad B. et al., 2020, p.57).

Además, presentando apoyo a los resultados, Tahir M. et al., (2019, p.1), agrega que la fotocatalisis se está utilizando nanomateriales para tratar tintes peligrosos presentes en cuerpos de aguas residuales textiles; siendo así considerado por los estudios como un enfoque ecológico y peligroso.

Así es como Muthuvel A. et al., (2020, p.2), sintetizaron nanopartículas de óxido de cobre (CuO-NP) para degradar el colorante azul de metileno. Del mismo modo, Ahmed T. et al., (2020, p.3), utilizaron fotocátalisis bajo luz solar directa, utilizando AgNPs (nanopartículas de plata), para tratar el colorante (Direct Blue-1, Methyl Red y Reactive Black-5).

Pero también actúa como agente fúngico o fungicida nanobioestimulante para cuidar y prevenir daños a plantas y frutas; Por lo tanto, Joshi S. et al., (2019, p.1), discute en su investigación el uso de nanopartículas de selenio micogénico (SeNP) para preparar semillas para producir resistencia a la enfermedad del tizón tardío del tomate.

También se encuentran Hu D. et al., (2019, p.2), Joshi S. et al., (2019, p.1), Ahmad H. et al., (2020, p.2); mostraron la acción del agente fúngico sobre SeNPs derivadas de *Trichoderma harzianum*, nanopartículas de selenio (SeNPs), nanopartículas de plata (AgNPs), en plagas vegetales (fitopatógenos y micotoxinas (*Alternaria alternata*)), plagas vegetales (tizón y tizón tardío) y plagas vegetales (raya marrón bacteriana del arroz), respectivamente.

Por otro lado, se buscó determinar la eficiencia de degradación de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biofabricados, mediante la comparación y análisis del tipo de contaminante por nanomaterial biofabricado utilizado, en cuanto a la eficiencia de degradación basada en el tiempo y el porcentaje de degradación. como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla N° 4.**  
*Eficiencia de degradación de nanomateriales biofabricados*

nanomaterial biofabricado	Tipos de contaminantes	Eficiencia de degradación		Fuente
		Tiempo	Porcentaje de degradación	
CuO NPs	Teñir (azul del Nilo )	100min	93%	Singh J. et al., 2019, p.1
CuO NPs	Teñir (RY160)	120min	80%	
NPs magnéticos Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> con NaBH <sub>4</sub>	Teñir (Azul de metileno )	27min	92%	Anchan S. et al., 2019, p.4
NPs magnéticos Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> con H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Teñir (Azul de metileno )	27min	92%	
CuNPs	Teñir (Rojo Congo)	5h.	97.7%	Noman Muhammad
CuNPs	Teñir	5h.	90.55%	

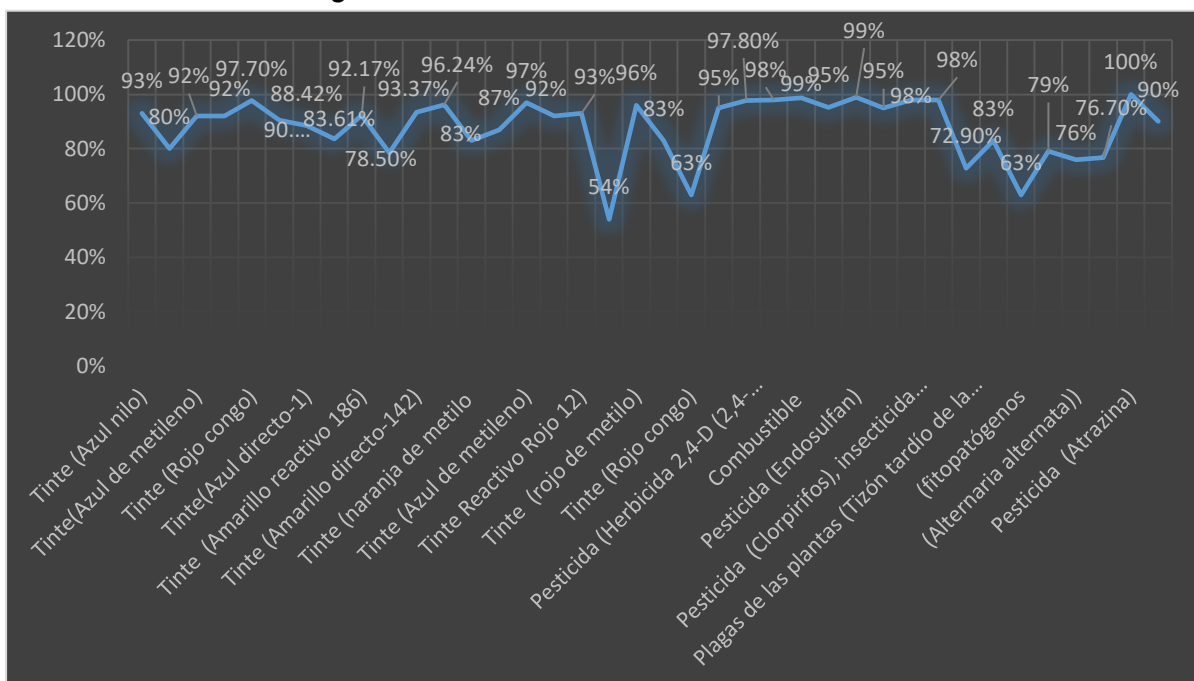
	(Verde malaquita )			et al., 2020, p.1
CuNPs	Teñir (Directo Azul-1)	5h.	88.42%	
CuNPs	Teñir (Negro reactivo-5)	5h.	83.61%	Singh Jagpreet et al., 2018, p.1
SnO <sub>2</sub> NPs	Teñir (Amarillo reactivo 186)	160min	92.17%	
MnNPs	Teñir (Rojo Congo)	60min.	78.5%	Kamran Urooj et al., 2019, p.1
To-CoNPs	Teñir (Amarillo directo-142, naranja de metilo)	60 minutos	93,37% y 96,24%	Rasheed Tahir et al., 2019, p.1
ANL AuNPs	Teñir (naranja de metilo rodamina B)	-	83% y 87%	Baruah Debjani et al., 2018, p.1
CuO-NPs	Teñir (Azul de metileno)	50min	97%	Muthuvel A. et al., 2020, p.2
AgNPs	Teñir (Reactivo negro 5 y reactivo rojo 12)	-	92 - 93%	Yu Chene et al., 2019, p.2
AgNPs	Teñir (Azul directo-1, rojo metilo y negro reactivo-5)	5 horas	54-96%	Ahmed T. et al., 2020, p.3
B-Fe-PMS, B-FePS	Teñir (Rojo Congo)	-	83% y 63%	Jegadeesan G. et al., 2019, p.1
AgNPs	Teñir (azul de bromotimol )	20min	95%	Al-Thabaiti S. y Khan Z., 2020, pág. 2
Puntos cuánticos de carbono	Teñir (Rojo Congo y azul metileno)	50min. y 55 min.	-	Zaib M. et al., 2021, p.1
AgNPs mediadas por <i>Orthosiphon stamineu</i>	Pesticida (Herbicida 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacético ácido))	-	97.80%	Kamarudin NS et al., 2020, p.1
AgNPs con un extracto de hojas de <i>Cymbopogon nardus</i>	Pesticida (Herbicida 2.4-D)	-	98%	Kamarudin NS et al., 2019, p.1
Ag-NPs y Cu-NPs mediados por	Gas (HAP, naftalina)	-	98,81% con el uso de Ag	Abbas S. et al., 2020, p.4

Azadirachta indica y Coriandrum sativum			95.29% con el uso de Cu	
Nanoprisma de plata / MgO Compuesto de celulosa bacteriana	Pesticida (Endosulfán)	65 min.	99%	Tyagi N. et al., 2020, p.3
AgNPs mediadas por Acacia nilotica	Teñir (4-nitrofenol (4-NP), 2-nitrofenol (2-NP)  Colorantes peligrosos (rojo Congo (CR), azul de metileno (MB) y naranja de metilo (MO))	5 horas	95%	Shah Z. et al., 2020, p.1
Nanopartículas de hexacianoferrato mediadas por Sapindus mukorossi	Pesticida Plaguicida (clorpirifos), insecticida (tiametoxam), fungicida (tebuconazol)	-	91-98%	Rani M. y Shanker U., 2018, p.2
Actividad biocatálisis	Contaminante farmacéutico (diclofenaco, carbamazepina y Paracetamol)	3 días	68%-98%	Pylypchuk L. et al., 2020, p.2
SeNPs	plagas de plantas (Hongo del tizón tardío de la patata)		72.9%	Joshi S. et al., 2021, p.2
SeNPs derivadas de Trichoderma harzianum	plagas de plantas (fitopatógenos y micotoxinas (Alternaria alternata))	-	83, 79%, 63% y 76%	Hu D. et al., 2019, p.2
SeNPs	plagas de plantas (Tizón de la hoja y tizón tardío)	-	-	Joshi S. et al., 2019, p.1
AgNPs	plagas de plantas (Raya marrón bacteriana de arroz)	-	76,7% para Alternaria mali 65,4% y 55,2% para Botryosphaeria dothidea y Diplodia seriata, respectivamente.	Ahmad H. et al., 2020, p.2



Bionanomaterial magnético de <i>S. cerevisiae</i> (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> NPSA-PVA)	Pesticida (Atrazina)	-	100%	Wu J. y Raymond J., 2018, p.1
Puntos cuánticos de ZnS	Teñir (Azul de metileno)	6 horas	>90%	Jacob J. et al., 2019, p.2

**Figura N°. 4.**  
*Eficiencia media de degradación*



Según el gráfico 4 con respecto a la tabla 4, los porcentajes más altos oscilan entre el 90% para los contaminantes de colorantes; como es el caso de Singh J. et al., (2019, p.1) con porcentajes del 93% para el azul del Nilo con NP de CuO; para Anchan S. et al., (2019, p.4), porcentajes del 92% para el azul de metileno utilizando NP de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnéticos con NaBH<sub>4</sub> y NP de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnéticos con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Apoyando lo anterior, otro ejemplo se da con el estudio de Muthuvel A. et al., (2020, p.2), quienes en su trabajo de investigación sintetizaron nanopartículas de óxido de cobre (CuO-NPs) encontrando que la efectividad de la degradación contra el colorante azul de metileno fue del 85 y 97% para CuO-NPs químicos y biosintetizados, respectivamente.

El autor Noman Muhammad et al., (2020, p.1), defiende la efectividad y el uso de nanomateriales biomanufacturados (NP), citando el creciente interés en la degradación de las nanopartículas de cobre, plata y cobalto, entre otros materiales.

debido a sus características fisicoquímicas y biológicas distintivas, bajo costo y sostenibilidad ambiental de los contaminantes de aguas residuales. Asimismo, Rasheed Tahir et al., (2019, p.1); respalda los hallazgos y señala que el uso de extractos de plantas para producir nanopartículas de óxido de cobalto (CoNP) es práctico, asequible, respetuoso con el medio ambiente, utiliza menos energía y no requiere el uso de ingredientes nocivos.

Así también Noman Muhammad et al., (2020, p.1), explica en su artículo que después de 5 horas de exposición al sol, el rojo Congo (97.07%), la malaquita (90.55%), el azul directo-1 (88.42%) y el negro-5 reactivo (83.61%) fueron teñidos por CuNPs a una concentración de colorante de 25 mg L<sup>-1</sup>. Sin embargo, se descubrió que a una concentración de colorante de 100 mg L<sup>-1</sup>, el porcentaje de degradación para el rojo Congo, el verde malaquita, el azul-1 directo y el negro-5 reactivo fue del 83,90%, 31,08%, 62,32% y 76,84%, respectivamente.

## V. CONCLUSIONES

Se concluye que los aspectos más relevantes de la remediación ambiental de contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biofabricados para su adsorción se centran en la importancia del tipo de nanomateriales biofabricados utilizados, ya que, según sus propiedades, la gran mayoría son reciclables. y, en consecuencia, permiten llevar a cabo una degradación sostenible y un tratamiento ecológico del medio ambiente; Asimismo, a continuación, se presentan los siguientes puntos para llegar a las siguientes conclusiones concretas:

1. Los contaminantes más degradados presentes en los contaminantes ambientales por nanomateriales biofabricados para adsorción fueron colorantes con 58%, pesticidas con 19%, contaminantes vegetales con 15%, combustibles con 4% y contaminantes farmacéuticos con 1%. Porque la industria textil es una de las prácticas que mayor aprovechamiento hace del agua, contaminando así los cuerpos de agua.
2. Las funciones de los nanomateriales biofabricados contra contaminantes orgánicos persistentes presentan función fotocatalítica; Esto se debe a que la fotocatalisis que utiliza fotocatalizadores como nanomateriales biofabricados se considera una técnica esperanzadora para biodegradar y controlar la contaminación de diversos recursos como el agua, el suelo y el aire.
3. La eficiencia de degradación de los contaminantes orgánicos persistentes mediante el uso de nanomateriales biofabricados es en un alto promedio de 95 a 100%, ya que los porcentajes más altos oscilan entre el 90% para los contaminantes colorantes.

## **VI. RECOMENDACIONES**

A través de los estudios analizados, a pesar de que existen artículos que aplican nanomateriales biofabricados, se recomienda ampliar y desarrollar más estudios experimentales en este campo para que la degradación de los contaminantes orgánicos persistentes sea mayor y a gran escala o escala de campo.

Asimismo, se formulan las siguientes recomendaciones:

Se recomienda aplicar nanomateriales biofabricados funcionalizados para aumentar la eficiencia de eliminación de contaminantes orgánicos persistentes.

Se recomienda estudiar nanomateriales biofabricados no solo en el campo de la ingeniería ambiental, debido a sus altos beneficios se recomienda aplicarlo en otras ramas como la medicina y la agricultura.

Se sugiere a los futuros investigadores que continúen estudiando las funciones que desempeñan los nanomateriales y que clasifiquen en qué tipo de contaminantes peligrosos se aplican para su tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABBAS, Sana, et al. Síntesis de nanopartículas de plata y cobre a partir de plantas y aplicación como adsorbentes para la descontaminación por naftaleno. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2020, vol. 27, no 4, p. 1016-1023. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.02.011>
- ADITHYA, Srikanth, et al. Una revisión crítica sobre la formación, el destino y la degradación del contaminante orgánico persistente hexaclorociclohexano en sistemas de agua y corrientes de desechos. *Chemosphere*, 2021, vol. 271, p. 129866. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129866>
- AHMAD, Hilal, et al. Síntesis verde y caracterización de nanopartículas de óxido de zinc utilizando glóbulos de Eucalipto y su capacidad fungicida frente a hongos patógenos de huertos de manzanos. *Biomolecules*, 2020, vol. 10, no 3, p. 425. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/biom10030425>
- AHMED, Temoor, et al. La síntesis verde de nanopartículas de plata transformó el tinte textil sintético en moléculas intermedias menos tóxicas a través del análisis LC-MS y trató las aguas residuales reales. *Environmental Research*, 2020, vol. 191, p. 110142. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110142>
- AL-THABAITI, Shaeel Ahmed; KHAN, Zaheer. Síntesis biogénica de nanopartículas de plata, detección y actividades fotocatalíticas para el azul de bromotimol. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 2020, vol. 3, p. 100010. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jpap.2020.100010>
- AMEEN, Fuad, et al. La bacteria del suelo *Cupriavidus* sp. media la síntesis extracelular de nanopartículas de plata antibacterianas. *Journal of Molecular Structure*, 2020, vol. 1202, p. 127233. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2019.127233>
- ANCHAN, Sanjana, et al. Síntesis biogénica de nanopartículas de óxido férrico utilizando el extracto foliar de *Peltophorum pterocarpum* y su potencial de degradación de colorantes catalíticos. *Biocatálisis y biotecnología agrícola*,

2019, vol. 20, p. 101251. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101251>

ARI, Akif, et al. Motores portátiles de dos tiempos como una fuente importante de exposición personal a COV para los trabajadores de las granjas olivareras. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, p. 1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21378-5>

ARYA, Geeta, et al. Degradación de contaminantes antropogénicos y colorantes orgánicos mediante nanocatalizador de plata biosintetizado a partir de hojas de *Cicer arietinum*. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 2017, vol. 174, p. 90-96. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2017.07.019>

BARUAH, Debjani, et al. Síntesis biogénica de nanopartículas de oro y su aplicación en la degradación fotocatalítica de colorantes tóxicos. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 2018, vol. 186, p. 51-58. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.07.002>

BARUAH, Jubaraj Bikash. Coordinación de polímeros en la remediación adsorbente de contaminantes ambientales. *Coordination Chemistry Reviews*, 2022, vol. 470, p. 214694. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2022.214694>

BRTNICKY, Martin, et al. Una revisión crítica de los posibles efectos adversos del biochar en el medio ambiente del suelo. *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 796, p. 148756. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148756>

BUCK, Annika, et al. Plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados en huevos de cernícalo vulgar de Canarias: variaciones espaciotemporales y efectos sobre la cáscara del huevo y la reproducción. *Chemosphere*, 2020, vol. 261, p. 127722. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127722>

BÜKS, Federico; LOES VAN SCHAIK, Nicolette; KAUPENJOHANN, Martín. ¿Qué sabemos sobre cómo reacciona la fauna terrestre multicelular del suelo al

microplástico? Suelo, 2020, vol. 6, no 2, p. 245-267. Disponible en: <https://doi.org/10.5194/soil-6-245-2020>

CHEN, Lizhu, et al. Estimación de los impactos ambientales y económicos de la adopción generalizada de posibles soluciones tecnológicas para reducir el uso del agua y la contaminación: Aplicación a la industria textil de China. *Environmental Impact Assessment Review*, 2019, vol. 79, p. 106293. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106293>

CHI, Kai Hsien, et al. Characteristics and Health Impacts of PM<sub>2.5</sub>-bound PCDD/Fs in Three Asian Countries. *Environment International*, 2022, pág. 107441. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107441>

CHINNAPPAN, Sudhakar, et al. Síntesis biomimética de nanopartículas de plata utilizando extracto floral de *Bauhinia purpurea* y su actividad antibacteriana frente a patógenos clínicos. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018, vol. 25, no. 1, p. 963-969. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0841-1>

CHOO, Fishman, et al. Contaminantes orgánicos persistentes heredados y emergentes en el sistema de agua dulce: distribución relativa, tendencias de contaminación y bioacumulación. *Environment international*, 2020, vol. 135, pág. 105377. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105377>

CHRISTENSEN, Erik R., et al. Propiedades y destino y transporte de contaminantes orgánicos polares persistentes y móviles del agua: Una revisión. *Revista de Ingeniería Química Ambiental*, 2022, p. 107201. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.107201>

CURTEAN-BĂNĂDUC, Angela, et al. Bioacumulación de contaminantes orgánicos persistentes en las gónadas de *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758). *Ecotoxicología y seguridad ambiental*, 2020, vol. 201, p. 110852. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110852>

DOBRUCKA, Renata. Síntesis biogénica de nanopartículas trimetálicas de Au/ZnO/Ag utilizando extracto de *Meliloti officinalis*. *International Journal of*

Environmental Analytical Chemistry, 2020, vol. 100, no. 9, p. 981-991.  
Disponible en: <https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1646736>

DONETS, Maxim M., et al. Platijas como indicadores de contaminación ambiental por contaminantes orgánicos persistentes y riesgo para la salud. *Marine Pollution Bulletin*, 2021, vol. 164, p. 111977. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.111977>

ENGELSMAN, Michelle, et al. Biomonitoring in firefighters for volatile organic compounds, semi-volatile organic compounds, persistent organic pollutants and metals: a systematic review. *Environmental Research*, 2020, vol. 188, p. 109562. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109562>

GEISEN, Esteban; WALL, Diana H.; VAN DER PUTTEN, Wim H. Challenges and opportunities for soil biodiversity in the Anthropocene. *Current Biology*, 2019, vol. 29, no. 19, p. R1036-R1044. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.007>

GEETHA, Nagaraja, et al. Insights into nanomycoremediation: Secretomics and mycogenic biopolymer nanocomposites for heavy metal detoxification. *Journal of Hazardous Materials*, 2021, vol. 409, p. 124541. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124541>

GIRONES, Lautaro, et al. Persistent organic pollutants (POP) in coastal wetlands: A review of their occurrence, toxic effects and biogeochemical cycles. *Marine Pollution Bulletin*, 2021, vol. 172, p. 112864. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112864>

GUERRA, Roberta, et al. Historical record of polychlorinated biphenyls (PCB) in the continental shelf of the Korean Peninsula. *Chemosphere*, 2019, vol. 237, p. 124438. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124438>

GUNSTONE, Tari, et al. Soil invertebrates and pesticides: a review of their interactions and risks. *Frontiers in Environmental Science*, 2021, p. 122. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.643847>



- HAN, Dongmei; CURRELL, Matthew J. Contaminantes orgánicos persistentes en los sistemas de aguas superficiales de China. *Science of the Total Environment*, 2017, vol. 580, p. 602-625. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.007>
- HOLZINGER, Anja, et al. Comparación de los efectos de la aptitud en la lombriz de tierra *Eisenia fetida* después de la exposición a contaminantes antropogénicos únicos o múltiples. *Science of The Total Environment*, 2022, p. 156387. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156387>
- HU, Dongqiang, et al. Nanopartículas de selenio derivadas de *Trichoderma harzianum* biogénico con funcionalidades de control originadas en diversos metabolitos de reconocimiento contra fitopatógenos y micotoxinas. *Food Control*, 2019, vol. 106, p. 106748. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106748>
- JACOB, Jaya Mary, et al. Puntos cuánticos de ZnS bioinspirados como fotocatalizadores eficientes para la degradación del azul de metileno en fase acuosa. *Ceramics International*, 2019, vol. 45, no 4, p. 4857-4862. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.11.182>
- JEGADEESAN, Gautham B., et al. Activación catalítica de peróxido por nanopartículas de hierro biosintetizadas para una mayor degradación del colorante rojo Congo. *Advanced Powder Technology*, 2019, vol. 30, no 12, p. 2890-2899. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apt.2019.08.034>
- Jl, Zhengyu, et al. Efectos de microplásticos y nanoplasticos prístinos en invertebrados del suelo: una revisión sistemática y metanálisis de los datos disponibles. *Science of The Total Environment*, 2021, vol. 788, p. 147784. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147784>
- JIANG, Wanyanhan, et al. Contaminación de parafinas cloradas de cadena corta a los ambientes bióticos y abióticos en el Mar de Bohai. *Environmental Pollution*, 2018, vol. 233, p. 114-124. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.10.034>

- JOSHI, Shreya M.; DEBRITTO, Savitha; JOGAI AH, Sudisha. Las nanopartículas de selenio de micoingeniería provocan resistencia contra la enfermedad del tizón tardío del tomate al regular la expresión diferencial de genes celulares, bioquímicos y sensibles a la defensa. *Journal of Biotechnology*, 2021, vol. 325, p. 196-206. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2020.10.023>
- JOSHI, Shreya M., et al. Nanopartículas de selenio micogénicas como posibles moléculas antifúngicas de amplio espectro de nueva generación. *Biomoléculas*, 2019, vol. 9, no 9, p. 419. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/biom9090419>
- KALLAWAR, Gauri A.; BARAI, Divya P.; BHANVASE, Bharat A. Fotocatalizadores basados en titanato de bismuto para la degradación de compuestos orgánicos persistentes en aguas residuales: una revisión exhaustiva sobre métodos de síntesis, rendimiento como fotocatalizador y desafíos. *Journal of Cleaner Production*, 2021, vol. 318, p. 128563. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128563>
- KAMARUDIN, NS, et al. Síntesis de nanopartículas de plata en disolvente binario verde para degradación de herbicida 2,4-D: Optimización y estudios cinéticos. *Investigación y diseño de ingeniería química*, 2020, vol. 159, p. 300-314. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2020.03.025>
- KAMARUDIN, NS, et al. Cymbopogon nardus mediada por la síntesis de nanopartículas de Ag para la degradación fotocatalítica del ácido 2,4-dichlorofenoxiacético. *Boletín de Ingeniería de Reacciones Químicas y Catálisis*, 2019, vol. 14, no. 1, p. 173. Disponible en: <https://doi.org/10.9767/bcrec.14.1.3321.173-181>
- KAMRAN, Urooj, et al. Síntesis biogénica, caracterización e investigación de la actividad fotocatalítica y antimicrobiana de nanopartículas de manganeso sintetizadas a partir del extracto de corteza de Cinnamomum verum. *Journal of Molecular Structure*, 2019, vol. 1179, p. 532-539. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2018.11.006>
- KHANDEL, Pramila; SHAHI, Sushil Kumar. Nanopartículas micogénicas y sus aplicaciones bioprospectivas: estado actual y retos futuros. *Journal of*

Nanostructure in Chemistry, 2018, vol. 8, no 4, p. 369-391. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40097-018-0285-2>

LELLIS, Bruno, et al. Efectos de los tintes textiles sobre la salud y el medio ambiente y potencial de biorremediación de los organismos vivos. *Biotechnology Research and Innovation*, 2019, vol. 3, no 2, p. 275-290. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>

LIN, Bingcheng, et al. Mecanismos sinérgicos de promoción/inhibición de compuestos de cobre/calcio en la formación de contaminantes orgánicos persistentes y radicales libres ambientalmente persistentes a partir del antraceno. *Chemical Engineering Journal*, 2022, vol. 441, p. 136102. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.136102>

LIU, Yuanfeng, et al. Pilas de combustible microbianas: nanomateriales basados en ánodo y su aplicación. *Energy Technology*, 2020, vol. 8, no 9, p. 2000206. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/ente.202000206>

LORETO-GOMEZ, Carmen, et al. Exposición prenatal a compuestos orgánicos persistentes y su asociación con la distancia anogenital en bebés. *Biomedicina reproductiva en línea*, 2018, vol. 37, no 6, p. 732-740. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2018.09.008>

LUKYANOVA, Olga N.; TSYGANKOV, Vasily Yu; BOYAROVA, Margarita D. Plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados en la platija de Bering (*Hippoglossoides robustus*) del mar de Ojotsk. *Boletín de contaminación marina*, 2018, vol. 137, p. 152-156. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.017>

METHNENI, Nosra, et al. Contaminantes orgánicos e inorgánicos persistentes en los efluentes de las industrias de teñido textil: Evaluación ecotoxicológica a través de una batería de bioensayos. *Environmental Research*, 2021, vol. 196, p. 110956. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110956>

MOISE, Sandhya, et al. La respuesta magnética celular y la biocompatibilidad de las nanopartículas de magnetita dopadas con zinc y cobalto biogénicas.

Scientific Reports, 2017, vol. 7, no 1, p. 1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/srep39922>

MORALES, Patricia et al. Evaluación de PCDD/PCD, PCB y PBDE en dos especies de pingüinos de la Antártida. *Chemosphere*, 2022, vol. 286, p. 131871. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131871>

Muhammad Bilal Tahir, Khalid Nadeem Riaz, Muhammad Rafique, Muhammad Shahid Rafique. Capítulo 4 - Fundamentos de la fotocatalisis. *Nanotecnología y fotocatalisis para aplicaciones ambientales. Micro y Nano Tecnologías*. 2020, páginas 57-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821192-2.00004-8>

MUKHLES, Muntaha Binte, et al. Efecto de los pesticidas en la actividad de nitrificación y su interacción con fertilizantes químicos y estiércol en suelos de arroz a largo plazo. *Chemosphere*, 2022, vol. 304, p. 135379. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135379>

MUTHUVEL, A.; JOTHIBAS, M.; MANOHARAN, C. Síntesis de nanopartículas de óxido de cobre por métodos químicos y biogénicos: degradación fotocatalítica y actividad antioxidante in vitro. *Nanotechnology for Environmental Engineering*, 2020, vol. 5, no 2, p. 1-19. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41204-020-00078-w>

NASROLLAHZADEH, Mahmoud, et al. Fuentes biológicas utilizadas en nanotecnología verde. En *Ciencia y tecnología de interfaz*. Elsevier, 2019. págs. 81 a 111. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813586-0.00003-1>

NAYAK, Sreenivasa, et al. Biosíntesis y caracterización de nanopartículas de plata mediadas por *Dillenia indica* y su actividad biológica. *Química organometálica aplicada*, 2020, vol. 34, no 4, p. e5567. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/aoc.5567>

NOMAN, Muhammad, et al. Uso de nanopartículas de cobre biogénicas sintetizadas a partir de una *Escherichia sp.* nativa como fotocatalizadores para la degradación del colorante azoico y el tratamiento de efluentes

textiles. *Environmental Pollution*, 2020, vol. 257, p. 113514. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113514>

PIZARRO ARÁNGUIZ, Nicolás, et al. Impacto de variables ambientales en los niveles de PCDD/PCB y dl-PCB en leche lechera de la región productora de Chile. 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7764/rcia.v45i2.1887>

PRASAD, Cheera; YUVARAJA, Gutha; VENKATESWARLU, Ponneri. Síntesis biogénica de nanopartículas magnéticas de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> utilizando peelings de extracto de *Pisum sativum* y su efecto en estudios de degradación de colorantes magnéticos y de naranja de metilo. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2017, vol. 424, p. 376-381. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2016.10.084>

PYLYPCHUK, Ievgen V., et al. Eliminación de diclofenaco, paracetamol y carbamazepina de soluciones acuosas modelo mediante compuestos magnéticos de peroxidasa de rábano picante encapsulados en sol-gel y lignina peroxidasa. *Nanomateriales*, 2020, vol. 10, no 2, p. 282. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/nano10020282>

QIAN, Jieshu; GAO, Xiang; PAN, Bingcai. Tratamiento de agua mediado por nanoconfinamiento: de fundamental a aplicación. *Environmental Science & Technology*, 2020, vol. 54, núm. 14, p. 8509-8526. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c01065>

QUINTEROS, Melisa A., et al. Nanopartículas biogénicas: Síntesis, estabilidad y biocompatibilidad mediadas por proteínas de *Pseudomonas aeruginosa*. *Coloides y superficies B: Biointerfaces*, 2019, vol. 184, p. 110517. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.110517>

RAFIŃSKA, Katarzyna, et al. *Medicago sativa* como fuente de metabolitos secundarios para la agricultura y la industria farmacéutica. *Phytochemistry Letters*, 2017, vol. 20, p. 520-539. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2016.12.006>

RAMÍREZ-AYALA, Eduardo, et al. Contaminantes orgánicos persistentes (COP) en peces de dos lagunas costeras del Pacífico central mexicano. *Revista*

latinoamericana de investigación acuática, 2021, vol. 49, no 4, p. 663-670.  
Disponible en: <https://doi.org/10.3856/vol49-issue4-fulltext-2639>

RANI, Manviri; SHANKER, Uma. Eliminación de clorpirifos, tiametoxam y tebuconazol del agua utilizando nanopartículas de hexacianoferrato de metal sintetizado verde. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018, vol. 25, n.º 11, p. 10878-10893. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1346-2>

RASHEED, Tahir, et al. Síntesis biogénica y caracterización de nanopartículas de óxido de cobalto para la reducción catalítica de colorantes directos amarillo-142 y naranja de metilo. *Biocatálisis y biotecnología agrícola*, 2019, vol. 19, p. 101154. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101154>

RASOOL, Saheem; RASOOL, Tanveer; GANI, Khalid Muzamil. Una revisión de las interacciones de los plaguicidas dentro de diversas interfaces de residuos intrínsecos y orgánicos modificados del medio ambiente del suelo. *Chemical Engineering Journal Advances*, 2022, p. 100301. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ceja.2022.100301>

REDDY, A. Vijaya Bhaskar; MONIRUZZAMAN, M.; AMINABHAVI, Tejraj M. Bifenilos policlorados (PCB) en el medio ambiente: actualizaciones recientes sobre muestreo, pretratamiento, tecnologías de limpieza y su análisis. *Chemical Engineering Journal*, 2019, vol. 358, p. 1186-1207. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.09.205>

RICHARD, Freddie-Jeanne, et al. Advertencia sobre nueve contaminantes y sus efectos sobre las comunidades aviares. *Global Ecology and Conservation*, 2021, vol. 32, p. e01898. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01898>

RODRÍGUEZ-EUGENIO, Natalia; MCLAUGHLIN, Michael; PENNOCK, Daniel. Contaminación del suelo: una realidad oculta. FAO, 2018. Disponible en: 978-92-5-130505-8

ROE, Rebecca AL; MACFARLANE, Geoff R. El potencial de las halófitas de marisma salada para la fitorremediación de metales y contaminantes

orgánicos persistentes: una perspectiva australiana. *Marine Pollution Bulletin*, 2022, vol. 180, p. 113811. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113811>

SARAVANAN, Muthupandian; BARABADI, Hamed; VAHIDI, Hossein. Nanotecnología verde: aislamiento de moléculas bioactivas y enfoque modificado de la biosíntesis. En *nanopartículas biogénicas para teranósticos del cáncer*. Elsevier, 2021. págs. 101 a 122. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821467-1.00005-7>

Shah, Zarbad, et al. Síntesis de AgNPs recubiertas con metabolitos secundarios de *Acacia nilotica*: Un agente antimicrobiano y desintoxicante eficiente para contaminantes orgánicos tóxicos ambientales. *Ciencia e ingeniería de materiales: C*, 2020, vol. 111, p. 110829. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2020.110829>

SINGH, Ajay Kumar; CHANDRA, Carnero. Contaminantes liberados por la industria del papel para pasta: toxicidad acuática y sus riesgos para la salud. *Toxicología acuática*, 2019, vol. 211, p. 202-216. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.04.007>

SINGH, Jagpreet, et al. Piper betle deja la síntesis mediada de nanopartículas biogénicas de SnO<sub>2</sub> para la degradación fotocatalítica del colorante amarillo 186 reactivo bajo la luz solar directa. *Nanotecnología ambiental, monitoreo y gestión*, 2018, vol. 10, p. 331-338. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2018.07.001>

SINGH, Priyanka, et al. Síntesis biológica de nanopartículas a partir de plantas y microorganismos. *Trends in biotechnology*, 2016, vol. 34, n.º 7, pp. 588-599. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2016.02.006>

SINGH, Jagpreet, et al. Síntesis biogénica de nanopartículas de óxido de cobre utilizando extracto vegetal y su prodigioso potencial para la degradación fotocatalítica de colorantes. *Investigación ambiental*, 2019, vol. 177, p. 108569. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108569>


- SRINIVAS, N., et al. Carcinógenos ambientales y su impacto en los cánceres específicos de las mujeres. En un enfoque teranóstico y de medicina de precisión para cánceres específicos de mujeres. Prensa Académica, 2021. págs. 249 a 262. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822009-2.00015-7>
- SONG, Xiaocheng, et al. Interacciones de los microplásticos con contaminantes orgánicos, inorgánicos y biocontaminantes y los efectos ecotoxicológicos en organismos terrestres y acuáticos. *Science of The Total Environment*, 2022, p. 156068. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156068>
- SUNGUR, Şana; GÜLMEZ, Fatih. Determinación del contenido metálico de diversas fibras utilizadas en la industria textil por MP-AES. *Revista de espectroscopía*, 2015, vol. 2015. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2015/640271>
- TAHIR, Muhammad B., et al. Nanomateriales para aplicaciones fotocatalíticas. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11373-6>
- TIAN, Ming, et al. nanopartículas biogénicas derivadas de tejido adiposo para la supresión de la inflamación. *Small*, 2020, vol. 16, no 10, p. 1904064. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/smll.201904064>
- TRINH, Minh Man; KUO, Chunhsin; CHANG, Moo Been. Caracterización de la emisión de PCDD/PCB y dl-PCB procedentes de la combustión de aceite que contiene PCB en un incinerador de lecho fluidizado. *Chemosphere*, 2019, vol. 225, p. 35-42. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.03.013>
- TRIPATHI, Vishal, et al. La restauración de la tierra contaminada por HCH como una de las actividades prioritarias durante el Decenio Internacional de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas (2021-2030): Un llamado a la acción global. *Science of The Total Environment*, 2019, vol. 689, p. 1304-1315. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.444>



- TSYGANKOV, Vasily Yu. Plaguicidas organoclorados en ecosistemas marinos de los mares del Lejano Oriente de Rusia (2000-2017). *Investigación del agua*, 2019, vol. 161, p. 43-53. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.05.103>
- TYAGI, N.; THANGADURAI, P.; SURESH, S. Aplicación de compuesto bacteriano de celulosa y nanoprisma de plata para la desintoxicación de endosulfán y la inactivación de células de *Escherichia coli*. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2020, vol. 17, no 3, p. 1713-1726. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02510-4>
- VAN DER SCHYFF, Veronica, et al. Contaminantes orgánicos persistentes en huevos de aves marinas de la cuenca de las Mascareñas del Océano Índico. *Science of The Total Environment*, 2021, vol. 771, p. 145348. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145348>
- WANG, Xiaoping, et al. Una revisión del conocimiento actual y las perspectivas futuras con respecto a los contaminantes orgánicos persistentes sobre la meseta tibetana. *Science of the Total Environment*, 2016, vol. 573, p. 139-154. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.107>
- WU, Jun; ZENG, Raymond Jianxiong. Preparación in situ de compuesto de alginato impregnado de nanopartículas de sulfuro de hierro estabilizado para la remediación de selenita. *Environmental science & technology*, 2018, vol. 52, n.º 11, p. 6487-6496. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05861>
- YU, Chen, et al. Biosíntesis verde de nanopartículas de plata utilizando extracto de hoja de *Eriobotrya japonica* (Thunb.) para catálisis reductiva. *Materiales*, 2019, vol. 12, no 1, p. 189. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma12010189>
- ZAIB, Maria, et al. Síntesis verde de puntos de carbono y su aplicación como fotocatalizador en estudios de degradación de colorantes. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2021, vol. 46, no. 1, p. 437-446. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13369-020-04904-w>

ZAMALLOA CUBA, Walter Alejandro; TORNISIELO, Valdemar Luiz; ZIRENA VILCA, Franz. Presencia de contaminantes orgánicos persistentes e hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos de la bahía interior del lago Titicaca, Puno-Perú. *Revista de Investigación Altoandinas*, 2020, vol. 22, núm. 1, p. 34-44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.531>

# ANEXOS

 Universidad César Vallejo	<b>HOJA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO</b>
<b>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>DATOS DEL AUTOR:</b>	Páginas utilizadas:
	Año de publicación:
	Lugar de publicación :
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b>	
<b>CÓDIGO:</b>	
<b>PALABRAS CLAVE:</b>	
<b>CONTAMINANTES MÁS DEGRADADOS:</b>	
<b>NANOMATERIALES BIOFABRICADOS:</b>	
<b>DEGRADACIÓN DE POP:</b>	
<b>RESULTADOS:</b>	
<b>CONCLUSIONES:</b>	



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CARLOS ALFREDO UGARTE ALVAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Remediación Ambiental de Contaminantes Orgánicos Persistentes mediante el Uso de Nanomateriales Biofabricados para su Adsorción: Revisión Sistemática", cuyos autores son CACERES DAVALOS JULIO CESAR, PUENTE DE LA VEGA TOBAR OBED, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 07 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CARLOS ALFREDO UGARTE ALVAN <b>DNI:</b> 10473562 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6017-1192	Firmado electrónicamente por: CUGARTEA el 20-12- 2022 12:30:09

Código documento Trilce: TRI - 0478944