

# **BIORREMEDIACIÓN: ALTERNATIVA PARA RECUPERACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS CON COMPUESTOS FARMACOLÓGICOS. UNA REVISIÓN.**

**Angela Julieth Lopez Gomez  
Eliana Paola Margfoya Noguera  
Asesor: Martha Lucia Posada Buitrago, PhD**



**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO  
2019**



# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- ❖ Recopilar y analizar la información acerca de los procesos de biorremediación aplicados a la eliminación de compuestos farmacológicos presentes en aguas residuales.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Organizar las publicaciones encontradas acerca de los procesos de biorremediación aplicados a la eliminación de compuestos farmacológicos presentes en aguas residuales, de acuerdo con los siguientes criterios: lugar de publicación, año, tema de interés, idioma.
- ❖ Describir los procesos de biorremediación utilizados en el tratamiento de aguas contaminadas con compuestos farmacológicos.

# ***ANTECEDENTES***



Madukasi (27): Evaluó el potencial de degradación de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales de una planta farmacéutica utilizando una cepa de *Rhodobacter sphaeroides*.

Mansour (24): Evaluó la capacidad de degradación de *Pseudomonas putida* frente a compuestos orgánicos presentes en dos industrias farmacéuticas en la ciudad de Túnez, Túnez.

2006

2011

2012

2014

Rodriguez et.al., (26): Demostraron la capacidad de biodegradación de 43 productos farmacéuticos mediante tratamiento de lodos en fase sólida utilizando el hongo *Trametes versicolor* en una planta de tratamiento de Barcelona, España.

Yu-Chen (18): Inspecciono la atenuación natural en el río Santa Ana, California, EU. Para degradar tres compuestos farmacológicos presentes a lo largo del río.

Molina et al., (25):  
identificaron que *Serratia* sp es  
capaz de degradar dos  
compuestos farmacológicos:  
naproxeno y carbamazepina en  
una planta de agua residual en  
Madrid, España.

Montaño (30): Realizo un  
ensayo que consistió en cultivar  
la microalga *Chlorella* para  
degradar y remover el 84%  
Cefalexina.



Aissaoui et al., en Argelia (23): Desarrollaron una mezcla  
bacteriana compuesta por *Enterobacter hormaechei*,  
*Citrobacter youngae*, *Arthrobacter nicotianae* y  
*Pseudomonas* sp para evaluar la biodegradabilidad de  
Ibuprofeno, Diclofenaco y sulfametoxazol.

# ***INTRODUCCION***



Contaminantes emergentes



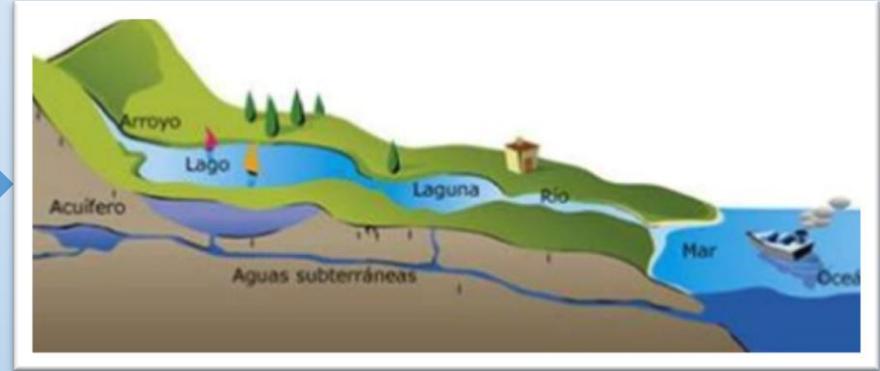
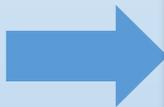
Derivados o residuos farmacéuticos en el agua



Gran preocupación para el medio ambiente



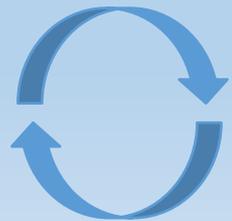
Productos farmacéuticos



CICLO

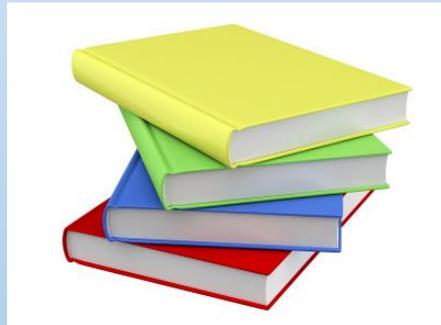


La contaminación ambiental de ecosistemas que comprometen suelo, agua y aire son causados directa o indirectamente por los grandes centros urbanos.



<http://foromed.com/antiinflamatorios-aínes-efectos-secundarios-mas/>

# MARCO REFERENCIAL





Se originan del uso de actividades domésticas, industriales y agrícolas, provenientes principalmente del sistema de alcantarillado.

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- ✓ Temperatura
- ✓ Turbidez
- ✓ Color
- ✓ Sólidos

## AGUAS RESIDUALES

### IMPACTO:

- ✓ Salud
- ✓ Medio ambiente
- ✓ Economía

### CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

- ✓ Materia orgánica
- ✓ Materia inorgánica

### CLASIFICACIÓN

AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS ARD

AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS ARND

Remover los elementos u objetos abrasivos o de gran tamaño

PRETRATAMIENTO

Indicado en aguas provenientes de:



## TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

TRATAMIENTO PRIMARIO

Remover los contaminantes suspendidos

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Procesos Biológicos

Remover la demanda biológica de oxígeno

Filtro biológico

Lagunaje

Biodiscos

Lodos activados

TRATAMIENTO Terciario

Remover los contaminantes específicos o aquellos que durante el tratamiento primario y secundario no pudieron ser eliminados

# Biorremediación



Proceso cuyo objetivo es la degradación de contaminantes orgánicos e inorgánicos mediante el uso de **microorganismos** en condiciones controladas para llegar a compuestos inocuos.

## FACTORES

- ✓ Naturaleza del Contaminante
- ✓ Factores medioambientales
- ✓ Microbiota del lugar empleado
- ✓ Tipo de microorganismos útiles

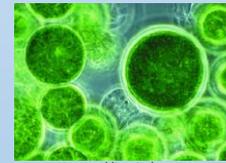
Ventajas



<https://bit.ly/2OxxYcq>



<https://bit.ly/2zAaEVY>



<https://bit.ly/2OxxYcq>

Costo bajo



Amigable



No requiere de equipos



Adaptación



# Tipos de biorremediación

## In situ

Manipulación de las condiciones ambientales del lugar contaminado

Bioventing

Biosparging

Biodegradación

Bioestimulación ★

Bioaumentación ★

Atenuación natural ★

## Ex situ

El proceso de tratamiento se realiza fuera del lugar donde se presenta la contaminación

Landfarming

Biopilas

Biorreactor

# *In situ*

Atenuación natural

Biodegradación

Microorganismos descomponen o degradan contaminantes

Dilución  
Dispersión

Reduce la concentración del contaminante

Adsorción

Adherencia a partículas subterráneas

Bioaumentación

Adición de microorganismos modificados o adaptados genéticamente



# Tipos de biorremediación

## In situ

Manipulación de las condiciones ambientales del lugar contaminado

Bioventing

Biosparging

Biodegradación

Bioestimulación

Bioaumentación ★

Atenuación natural ★

## Ex situ

El proceso de tratamiento se realiza fuera del lugar donde se presenta la contaminación

Landfarming

Biopilas

Biorreactor ★

# Ex situ

## VENTAJAS

- ✓ Proceso rápido
- ✓ Fácil control

Biorreactor de Membrana (MBR)

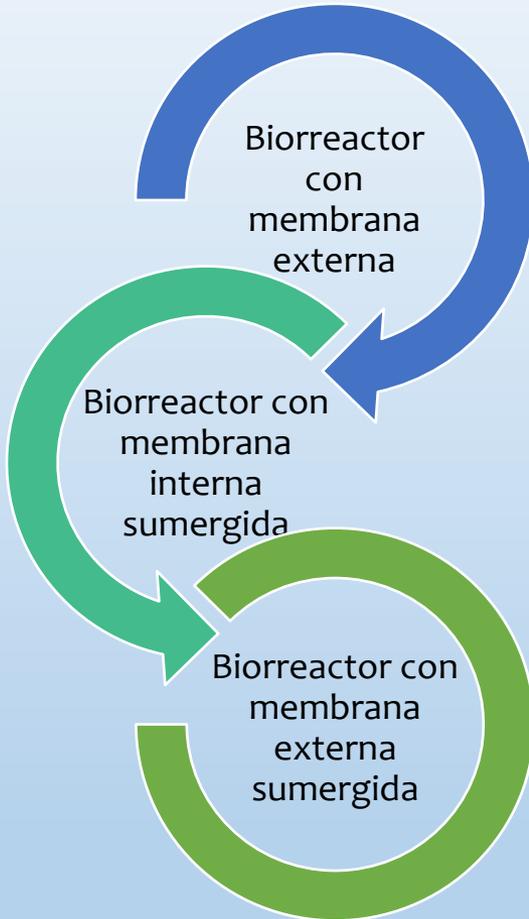
## DESVENTAJAS

- ❌ Alto costo
- ❌ Alto consumo energético

Sistema cerrado y/o abierto de degradación de contaminantes presentes en suelo y agua.

Lodo activado

Membrana



# FITORREMEDIACION

Ex situ

In situ

Es una alternativa para el tratamiento de aguas residuales que consiste en un conjunto de técnicas para reducir contaminantes por medio de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos presentes en ellas.

## Tipos de mecanismos

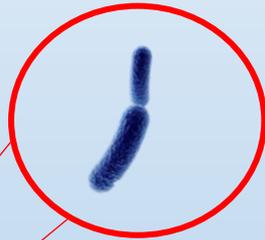
Fitoestabilización

Fitovolatilización

Fitoextracción

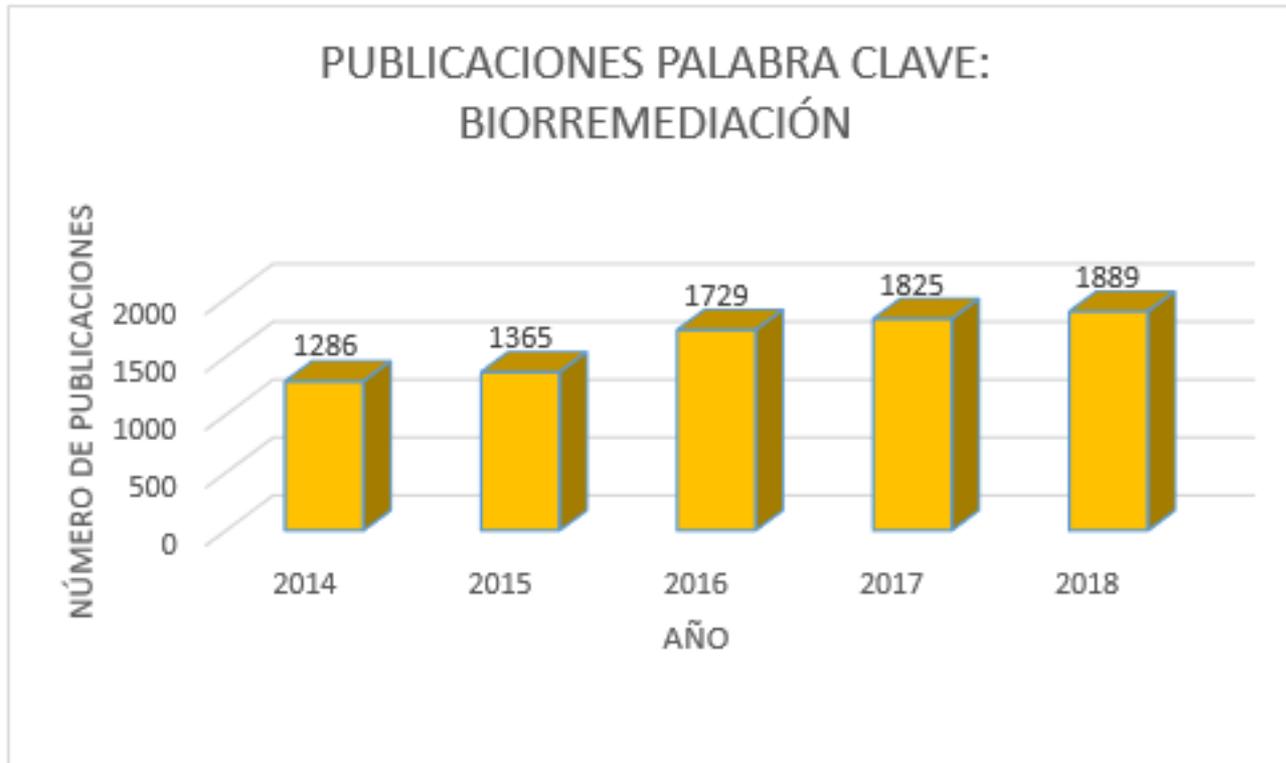
Fitodegradación

Fitoinmovilización



# RESULTADOS



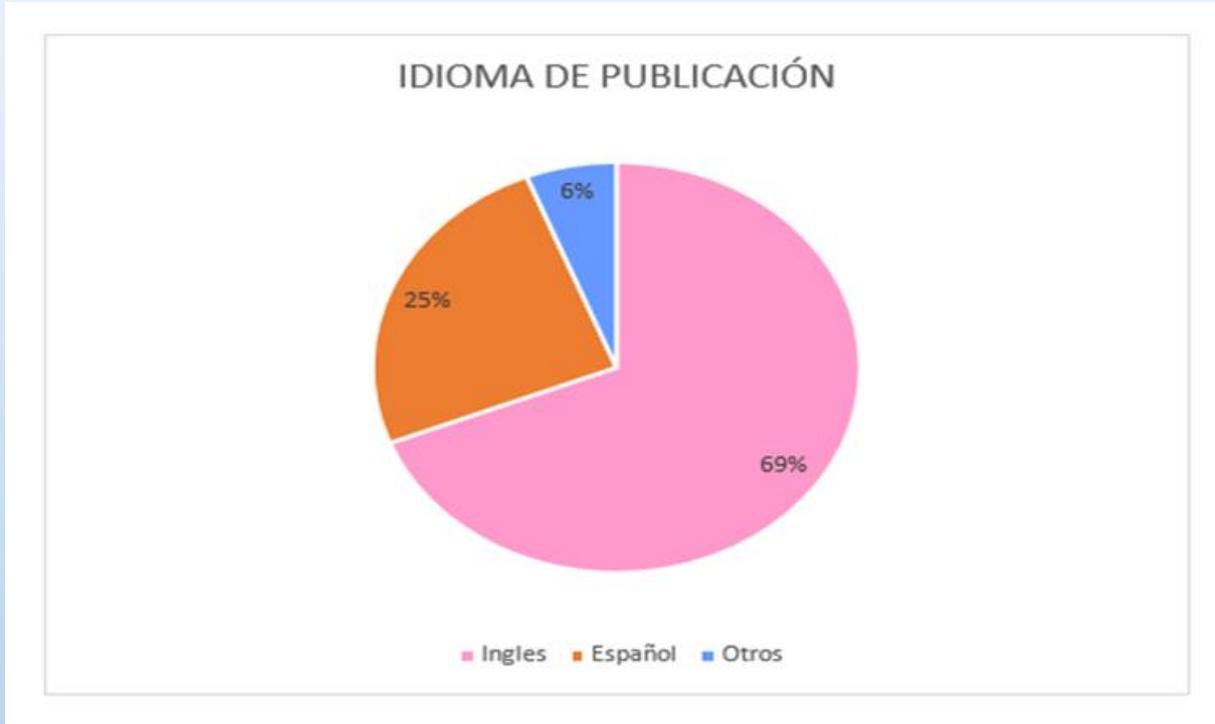


Publicaciones realizadas con la palabra clave: Biorremediación. Fuente: Creación propia.

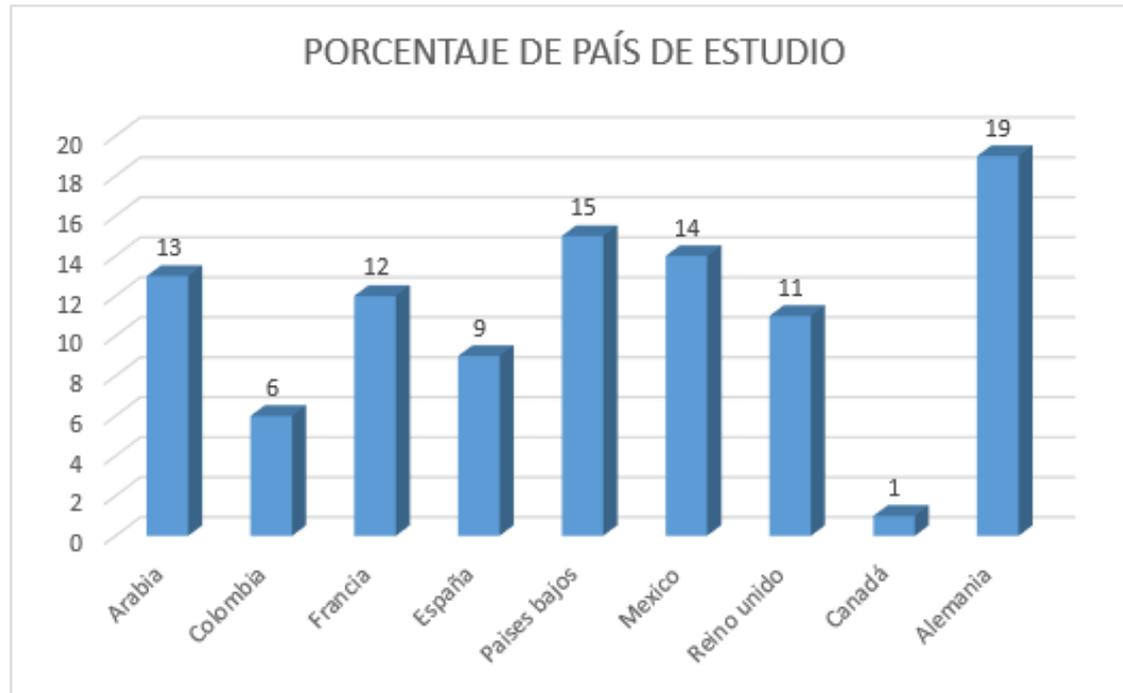


Estrategia para la recuperación de los recursos naturales que han sido objeto de daños provocados por distintos contaminantes.

Acumulación de Nitrógeno, fósforo y carbono por prácticas comerciales como Acuicultura.  
↑46%



Porcentaje de idioma de publicación. Fuente: Creación propia

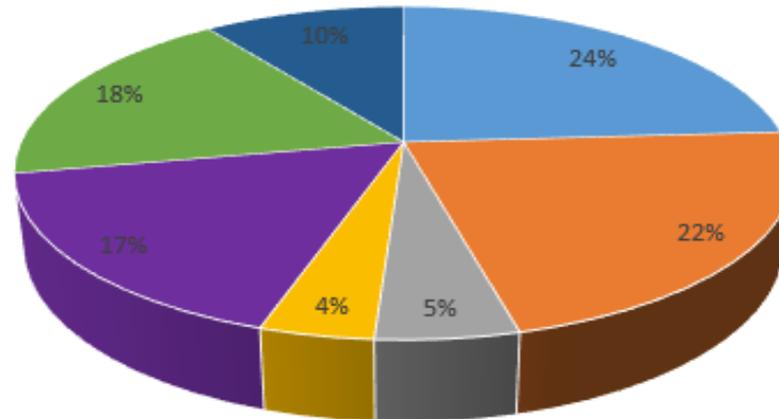


Porcentaje de países donde se realizó el estudio. Fuente: Creación propia



la mayoría de los países donde se realizaron los estudios, hacen parte del continente Europeo

## TEMAS/ PALABRAS CLAVES DE INTERÉS

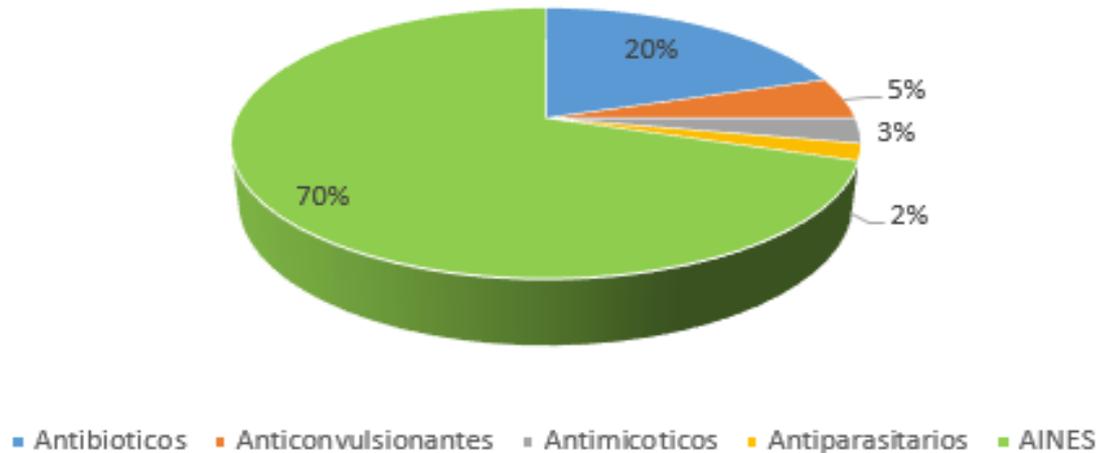


- Biorremediación
- Hidrocarburos
- Biorremediación de aguas - Aguas residuales
- Normativa legal
- Fármacos
- Biorremediación de suelos
- AINES



- ✓ Biorremediación como tema general (24%)
- ✓ Fármacos (22%)
- ✓ AINES (18%)
- ✓ Remediación de aguas (17%)
- ✓ Temas de relevancia para nuestra investigación.

## GRUPOS DE FÁRMACOS REPORTADOS EN PUBLICACIONES

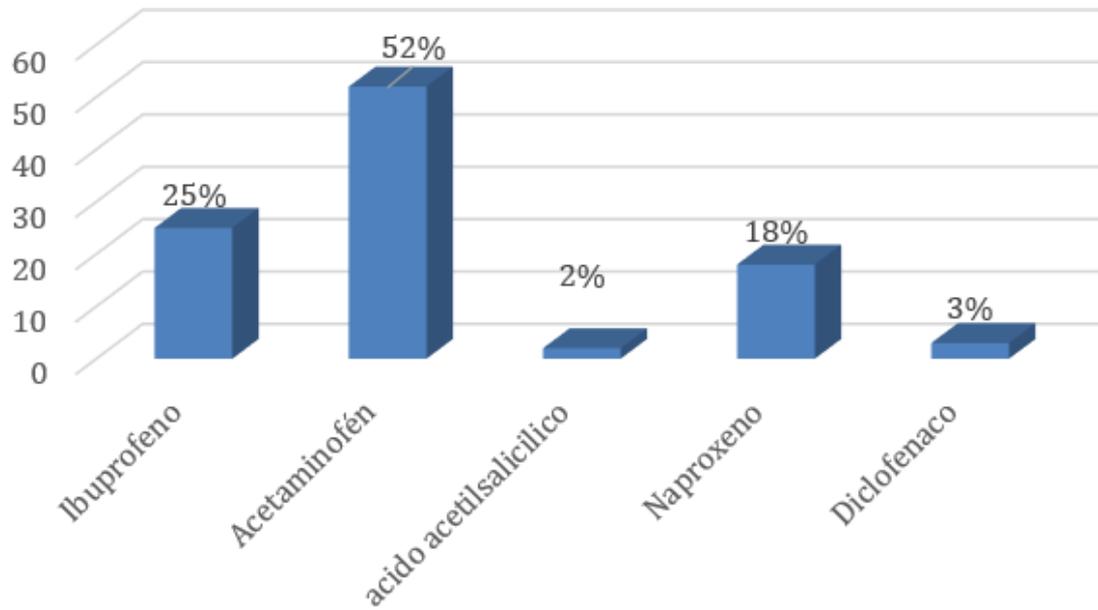


Porcentaje de grupos de fármacos más comunes reportados en la búsqueda bibliográfica. Fuente: Creación propia



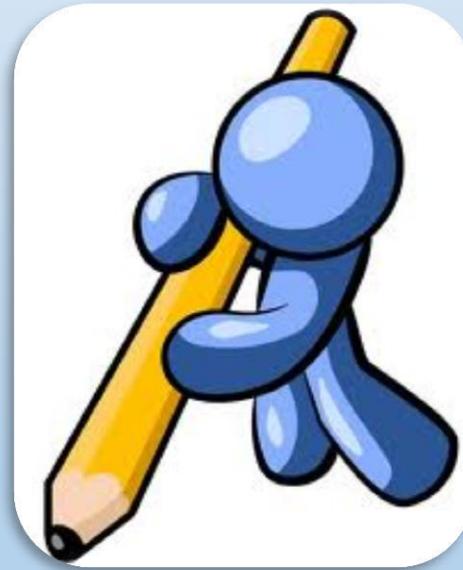
Los AINES, actualmente son de venta libre y no controlada, y son utilizados comúnmente para el tratamiento del dolor y la inflamación.

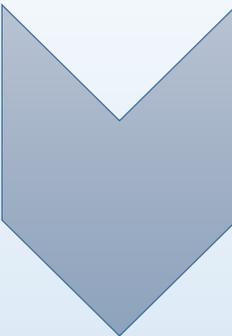
## AINES MÁS REPORTADOS



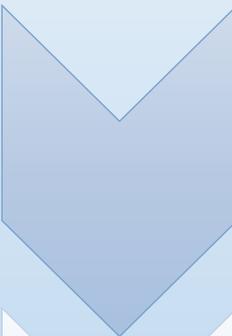
El consumo de AINES, es considerado una de las principales causas de contaminación de las aguas debido a su forma de excreción y su libre consumo sin control ni fórmula médica.

# CONCLUSIONES





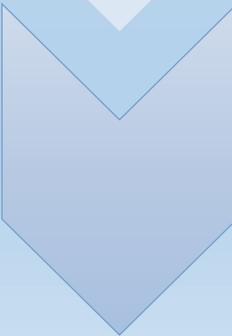
• Se encontró escasa información sobre la biorremediación de fármacos donde los países que más han investigado sobre este tema son México y Europa. Además el idioma preponderante de investigación en este tema es el Inglés y se observó un aumento continuo de las publicaciones del 2014 al 2018.



• Los métodos más utilizados son la Fitorremediación, atenuación natural, bioaumentación y biorreactor de membrana en la degradación de contaminantes farmacológicos presentes en las aguas residuales.



• Esta revisión permite evidenciar que los problemas de contaminación que actualmente existen, causados por la sociedad, requieren de tratamientos o tecnologías más efectivas y menos costosas, que sean amigables ambientalmente y que su ejecución se lleve a campo o a gran escala.



• la información encontrada es reducida, y se enfatiza más en la recuperación de suelos contaminados con metales, hidrocarburos o derivados.

# SUGERENCIA

*La fitorremediación podría ser postulado como una forma de solución donde las plantas y los microorganismos son capaces de absorber, transformar, acumular o degradar sustancias perjudiciales y tóxicas para el medio ambiente. Sin embargo, si se requieren investigaciones o estudios más profundos, donde se identifiquen las técnicas adecuadas o las especies de plantas y microorganismos que podrían ser utilizados para darle solución a cada contaminante.*

# AGRADECIMIENTOS

***Nuestras  
familias***

***Todos los  
docentes***



***Docente  
Martha  
Lucia  
Posada***

***Universidad  
Colegio Mayor  
de  
Cundinamarca***

# BIBLIOGRAFIA

19. Alidina, M. Hoppe J, Christiane. Yoon, M. Hamadeh, A. L, D. Drewes, J. The occurrence of emerging trace organic chemicals in wastewater effluents in Saudi Arabia. *Science of the Total Environment* [Internet]. 2014. [citado 15 abril 2017]; 478: 152-162. Disponible en: <https://bit.ly/2wl9jR9>
23. Aissaoui S, Ouled-Haddar H, Sifour M, Beggah C, Benhamada F. Biological Removal of the Mixed Pharmaceuticals: Diclofenac, Ibuprofen, and Sulfamethoxazole Using a Bacterial Consortium. *Iranian Journal of Biotechnology*. [Internet] 2017 [citado el 2 de Abril de 2018];15(2):135-142. disponible en: <https://bit.ly/2PoMTqb>
24. Mansour, HB. Mosrati, R. Barillier, D. Ghedira, K. Chekir-Ghedira, L. Bioremediation of industrial pharmaceutical drugs. *Drug Chem Toxicol*. [Internet] 2012 [citado 3 de abril de 2018]; 35(3):235-40. Disponible en: <https://bit.ly/2D5KobC>
25. Molina, MC. Gonzalez B, N. Simarro, R. Bautista, LF. Garcia C, JP. Diaz, et al,. Bioremediation techniques for naproxen and carbamazepine elimination. Toxicity evaluation test. *Chimica oggi*. [Internet] 2016 [citado 3 de Abril de 2018]; 34(2):52. Disponible en: <https://bit.ly/2z09B1l>
26. Rodriguez, CE. Jelic, A. Lorca, M. Farre, M. Caminal, G. Petrovic, M et al,. Solid-phase treatment with the fungus *Trametes versicolor* substantially reduces pharmaceutical concentrations and toxicity from sewage sludge. *Bioresource Technology*. [Internet] 2011 [citado 15 de Oct de 2018]; 102(10):5602-5608. Disponible en: <https://bit.ly/2RbBBXf>
27. Madukasi, E. Dai, C. He, J. Zhou. Potentials of phototrophic bacteria in treating pharmaceutical wastewater. *International Journal of Environmental Science & Technology*. [Internet] 2010 [citado 15 de Oct de 2018]; 7(1):165-174. Disponible en: <https://bit.ly/2yvpzkr>
30. Montaña H, A. Bula A, L. Angulo M, E. Mercado M, I. Evaluación del uso de la microalga *Chlorella* sp., no viva en la remoción de cefalexina. Seminario Internacional de Ciencias Ambientales SUE-Caribe. [Internet] Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. [citado 14 de Oct de 2018]. disponible en: <https://bit.ly/2zcD349>

# ¡GRACIAS!

