Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

BACHILLERATO EN CIENCIAS FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

REVISIÓN DOCUMENTAL DE DESCONTAMINACIÓN DE AGUAS PRESENTES EN RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS POR MEDIO DEL PROCESO DE BIORREMEDIACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LA PROVINCIA DE CONCEPCIÓN.

Trabajo de finalización de estudios para optar al grado de Bachiller en Ciencias y a la continuidad de estudios de Ingeniería Civil Mecánica de la Universidad del Bio-Bio.

Autor: Matías Bravo Escobar.

Profesor Guía: Dra. Susana González Valenzuela.

Profesora Informante: Beatriz Ruf Acevedo.

TRABAJO DE MONOGRAFÍA PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS RIQUISITOS EXIGIDOS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE BACHILLER EN CIENCIAS.

Programa: Bachillerato en Ciencias.

Concepción, diciembre de 2022.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

DEDICATORIA

Dedicado A CRISTO, a mi abuelita mami María Luisa Cabezas Cabezas y a mi Mamá Sylvia Escobar Cabezas con todo mi cariño.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

AGRADECIMIENTOS:

Primero que todo a mi profesora Guía Susana González Valenzuela y a mi profesora informante Beatriz Ruf Acevedo por confiar en mí persona.

Secretaría Camila Valenzuela Bachillerato en Ciencias por ayudar en mis temas administrativos y en mis momentos difíciles en la Universidad de Chile y a Jaime Sepúlveda del PIAC.

Tías del aseo de la facultad de Ciencias por estar ahí en mis momentos más complejos.

A Mis amigas: Alessandra Perfetti, Karin Bahamondes y Priscyla Navarrete por estar ahí cuando más las necesite.

Diego Yerko Cifuentes Pereira por soportar mis momentos académicos.

Amigos en general por ultimo y de importancia igualmente a mi Director de programa Bachillerato en Ciencias Ricardo Pávez Fuentes en conjunto con el personal de la Facultad de Ciencias.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 5
CAPÍTULO 1: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. 7
1.1.- OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN. 7
- OBJETIVO GENERAL: 7
- OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 7
1.2.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN. 7
1.3.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. 8
1.4.- VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN. 9
1.5.- ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN. 10
1.6.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: 11
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO. 12
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO 21
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS 22
RESULTADOS 25
CAPÍTULO 5: CONCLUSIÓN 26
BIBLIOGRAFÍA 27
REFERENCIAS 30

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

INTRODUCCIÓN

La temática central, que se aborda en este escrito, corresponde a la biorremediación del agua de desecho de origen industrial, como una solución paliativa a la escasez hídrica que enfrenta la provincia de Concepción debido al déficit hídrico y estado de sequía de Chile donde es importante la efectiva recuperación del agua en los procesos industriales. El problema de investigación al cual apunta este estudio se relaciona con el déficit promedio hídrico que afecta a nuestro país, donde la provincia de Concepción se ve afectada debido a la falta de un superávit hídrico en relación a la falta de agua y al estado de sequía de nuestro país, cabe mencionar que la no aplicación de la biorremediación de aguas de desecho industrial no permite un reingreso efectivo al ciclo hidrológico, afecta el medio ambiente e influye en la reservas a gua ya que estamos utilizando más agua de la disponible. La contaminación de la industria y El promedio de lluvias durante los últimos 10 años y lo revisado en la literatura del DGAC los últimos seis meses demuestra que la provincia se encuentra con un déficit de 73% por lo que es necesario investigar una posible solución a través de la biorremediación, la cual se entiende como un proceso donde a través de la implantación de una especie se mejora la calidad del agua, para extraer compuestos metálicos, compuestos químicos, desechos orgánicos, medicamentos y etc. con el objetivo de recuperar un bien renovable cómo es el agua.

El objetivo de esta investigación es conocer el estado de estudio de la biorremediación como actividad de descontaminación de aguas de desecho industrial en la provincia de Concepción, describir las características y elementos de los procesos de biorremediación como ejes de actividades paliativas para la escasez hídrica.

La motivación por realizar esta investigación centrada en la biorremediación de aguas se vincula a la posibilidad de efectuar acciones de remediación y resolución, sobre un problema que afecta no solo a la productividad de la industria regional, sino que también afecta la calidad de vida de las personas que habitan zonas particularmente afectadas por la escasez hídrica además de los ecosistemas y medio ambiente. Durante mi estancia en el Programa de Bachillerato pude introducirme al tema ambiental y de la descontaminación bajo distintos procesos de estudio, uno de ellos fue la biorremediación. Lo anterior, me llevo a profundizar acerca de esta forma de mejora medioambiental, permitiéndome conocer los beneficios potenciales de la biorremediación en sectores afectados por la contaminación de residuos líquidos.

Esta investigación se basa en el método de revisión documental por mapeo, apoyado en la herramienta de gestión bibliográfica *Mendeley*, en directa línea con una propuesta de alcance exploratoria-descriptiva. Las acciones realizadas, determinadas por el método de mapeo, se dividieron en 4 etapas, las cuales buscan definir los siguientes elementos del texto con relación a

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

nuestro tema central: 1) Definiciones sobre biorremediación 2) Dimensiones presentes en el concepto de biorremediación 3) Mediciones o experimentos centrados en la biorremediación 4) modelos o propuestas de acción basadas en la biorremediación.

Este documento se compone de 5 capítulos y se ordenan teniendo como base la estructura lógica requerida para un informe académico. El primer capítulo se centra en el desarrollo del problema de investigación, el segundo en la presentación de un marco teórico focalizado al concepto de biorremediación, el tercero compromete una exposición del método utilizado para dar cumplimiento a los objetivos, el cuarto capítulo hace referencia a los resultados obtenidos mientras que el quinto y último capítulo propone el establecimiento de la conclusión acerca de los resultados obtenidos.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

CAPÍTULO 1: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1.- OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.

- OBJETIVO GENERAL:

Identificar una especie de bacteria adecuada para uso de biorremediación de agua industrial de desecho que contenga metales como Cu (cobre), Cd (cadmio), Fe (hierro), Zn (zinc), Hg (mercurio) y Pb (plomo).

- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1.1- Describir que a través de la biorremediación se puede bajar las concentraciones de metales en el agua de desechos industriales.

1.2-Resumir la importancia de la biorremediación aplicada a las industrias de la provincia de concepción para fomentar la reducción del déficit hídrico de la provincia de Concepción.

1.2.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

En el agua presente en los residuos industriales líquidos están presentes metales de desecho, producto de los procesos de industriales y/o terminaciones de acabado de productos en industrias metalúrgicas, petroquímicas, petroleras y etc. Dentro de la industria las aguas luego de ser utilizadas como: medio de transporte, termorregulador, disolvente y uso sanitario. Son liberadas como desecho a través de la tubería, como lo describe la normativa vigente en Chile en algún contenedor, hacia el mar, algún efluente o río.

Estas aguas de desecho pueden estar dentro de la normativa ambiental pero igualmente pueden tener un alto porcentaje de concentración de metales tóxicos para los ecosistemas, animales, humanos y medio ambiente. Independiente de las altas concentraciones de metales en el agua la problemática es que estas descargas no son liberadas en concentraciones equilibradas lo que genera un desbalance en el medio ambiente o no existe una medida paliativa que permita una liberación correcta del agua. A causa de ello es necesario y fundamental la aplicación de una biorremediación a través de una bacteria de origen natural en agua de Residuo industrial líquido (RIL´s), ya que esta fomentaría la disminución de las concentraciones de metales y no generaría un impacto a gran escala en el entorno.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

¿Es posible encontrar una bacteria en la literatura científica para reducir la concentración de metales Cu, Cd, Fe, Zn, Hg y Pb, presentes en agua de residuos industriales líquidos?

1.3.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación sobre la biorremediación del agua de desechos industriales lograría encontrar soluciones para el déficit hídrico de la provincia de concepción, este es de suma importancia ya que se podría mejorar la calidad de vida de las personas que habitan este sector de Chile y además promover la calidad de los ecosistemas y medio ambiente de la provincia de Concepción. Se puede sostener que esta investigación se justifica considerando tres tipos de valores:

- VALOR TEÓRICO:

Esta investigación será un aporte académico para las empresas y el capital humano investigativo en la búsqueda de soluciones de biorremediación en la industria de la provincia de Concepción.

- VALOR PRÁCTICO:

A través de la literatura revisada se podrá tener noción de que especie puede ser utilizada para realizar una biorremediación de agua presente en residuos industriales líquidos, además de entregar detalles de la matriz que puede ser tratada con el tipo de bacteria encontrada.

- VALOR METODOLÓGICO:

El método de revisión por mapeo se utilizará para buscar una solución de biorremediación al agua de RIL de la industria de la provincia de Concepción, pero también puede ser utilizada en otra zona de Chile o el mundo.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

1.4.- VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

Es viable la investigación ya que es a través del método de mapeo donde existe el plazo de 4 meses para realizar la investigación con usos de recursos tecnológicos como: PC, internet, buscadores como Mendeley y licencias, uso de materiales e infraestructura como libros, revistas científicas, biblioteca y salas de estudio facilitadas por la Universidad del Bío-Bío. Donde las herramientas y espacios no tienen un cobro de la Universidad, además cuento con el apoyo académico del profesor Guía, informante y el departamento PIAC (Programa integral de acompañamiento) a cargo de la Vicerrectoría académica.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

1.5.- ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

Utilizar lo revisado de biorremediación para tratar agua en industrias de la provincia de Concepción, Se describen los tipos de metales que podrían rebajar su concentración en el agua presentes en Residuos industriales líquidos a través de una especie, el aumento de la concentración no adecuada de los metales en los residuos genera un grave desequilibrio ambiental ya que no hay un ciclo hídrico que se realice en forma normal, además se ven afectadas las especies vegetales, animales y humanos, esta revisión podría ser un aporte para las empresas que deseen conocer que especie puede ser utilizada en disminuir concentración de metales, puede ser un ejemplo con que medios es factible realizar una investigación sobre biorremediación de agua con compuestos metálicos, este escrito puede entregar aportes a una posible alternativa de remediación ambiental o vía de solución, a efectos que han causado o podrían causar la industria al medio ambiente y a la población que habita las cercanías de las zonas emisoras de contaminantes o de sacrificio.

Equilibrar las concentraciones de metales en aguas antes de ser liberadas al medio de acuerdo a la normativa ambiental chilena 19300 puede salvar vidas.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

1.6.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

- No experimental:

Ya que es una revisión documentada donde a través de la revisión de información encontrada en la literatura científica sobre biorremediación de agua de Residuos Industriales Liquídos (RIL´s), matrices de metales en agua, normas ambientales Chilenas, normas ambientales internacionales, RIL´s en industria nacional e internacional, estudios de sequía nacional, estudios de sequía regional, documentación estatal de los ministerios del medio ambiente-ministerio de obras públicas-servicio de evaluación de ambiental, información científica de precipitaciones nacionales, efectos biológicos y químicos en las especies animales, efectos en los seres humanos y medio ambiente, especies bacterianas utilizadas en biorremediación de agua con presencia de metales y escasez de agua a través de buscador de información como Google académico y herramienta bibliográfica mendeley se responderá a la pregunta de investigación.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.

Definiciones y características de la biorremediación de residuos industriales líquidos (RIL´s) con presencia de metales.

1. DEFINICIONES FUNDAMENTALES:

La biorremediación permite disminuir la concentración de materia orgánica, elementos químicos en estado natural como cationes y aniones, compuestos químicos, metales y metales tóxicos para los seres vivos por medio de la introducción de una especie como bacteria u hongo de origen natural o modificado genéticamente, en la literatura se observa sus aplicaciones en suelo o agua por lo general, los autores de uno de los documentos de biorremediación encontrados (Luna, 2021) agregan que se puede generar una instancia en la cual se pueda realizar una biorremediación a través de otros organismos como plantas que devuelvan el equilibrio natural, Es decir no solo existe una aplicación de hongos sino que también plantas, enzimas y bacterias, todo esto con el objetivo de recuperar por ejemplo zonas de un entorno natural o aguas residuales industriales que podrían afectar la salud de las personas y especies(p.3). En resumen, una especie como hongo o bacteria devuelve el equilibrio natural a un medio como suelo o agua.

2. BACTERIA:

Microorganismo presente en la naturaleza que juega un rol importante l en la degradación de materia orgánica perteneciente a la división de procariontes es un microorganismo sin núcleo diferenciado, algunas especies descomponen la materia orgánica. Helena Curtis. Biología (2008), séptima edición.

3. RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS EN LAS INDUSTRIAS DE LA PROVINCIA DE CONCEPCIÓN:

Dentro de la industria de la provincia de concepción tenemos industrias de tratamiento de refinado de petróleo como Empresa nacional del petróleo (ENAP), Compañía mineral del pacifico (CAP) siderúrgica, petroquímicas, productora de cementos y empresas logísticas y de transportes como puerto lirquén. Dentro de la interacción de la comunidad, el medio ambiente y las empresas siempre está presente la economía de la ciudad y el país, junto con ello la producción y la fabricación de nuevas soluciones tecnológicas y de insumos. Como resultado de esta acción se generan

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

desechos ya sean físicos como restos de metales en la siderúrgica, químico por ejemplo lodos con altas concentraciones de metales diluidos como hierro, cobre, zinc compuestos como benceno, sulfatos y aguas duras, dentro de la industria petrolera está presente el azufre como subproducto de la refinación de petróleo (ENAP, 2022).La provincia al ser un lugar estratégico industrial está constantemente liberando desechos los cuales pueden cumplir con la normativa Chilena, pero que están lejos de la normativa Europea en cuanto a concentraciones de emisiones ambientales, por lo tanto es necesaria una medida paliativa desde la industria hacia los ecosistemas y el medio ambiente la presencia de compuestos químicos, metales fuera de la concentración máxima permitida puede ser nociva para la población humana y animal.

4. AGUAS DE USO INDUSTRIAL:

En los seres humanos y animales el agua es un compuesto vital importante para el equilibrio homeostático (A.Goldsby, 2017)p.475.

Pero además en la industria es utilizada como: transporte, termorregulador Compañía Minera del Pacífico. (20 de octubre 2022), diluyente, tratamiento higiénico y desecho. Dentro de ello se puede describir las aguas con una alta carga orgánica caracterizado por un olor sulfurado, además de presencia de metales y características de aguas duras como carbonato de calcio (CaCo3), Cu (Cobre), Cl (Cloro), Mg(magnesio), Benceno, SO4(sulfatos) y etc. Priyadarshanee, M., & Das, S. (2021).[1]

5. METALES TÓXICOS

Dentro de los metales considerados no esenciales en el decreto 131 del Código sanitario actualizado el año 2006 está el arsénico (As), Cadmio(Cd), ión Cianuro (CN-), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), donde se destaca que el máximo de la concentración para el plomo 0,05 mg/L, Arsénico y Cadmio 0.01mg/L y Mercurio 0,001mg /L presentes en aguas para consumo humano (Biblioteca del Congreso Nacional, Ministerio de Salud (BCN),2022).Para esta revisión como matriz de estudio están considerado algunos de estos metales como el Cadmio, Mercurio y Plomo “Estos metales pueden generar efectos cancerígenos en los seres humanos” (Gomez,2022, p.23).Además existe una bioacumulación en caso de estar constantemente en presencia de estos metales ya que estos elementos migran rápidamente por la piel al el torrente sanguíneo o en caso de ingesta a través de agua contaminada.

[1]Utilización de conceptos como aguas duras, metales y PH extraídos de libro (A.Goldsby, 2017)pp.126-475-670.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

6. MICROORGANISMOS EN BIORREMEDIACIÓN:

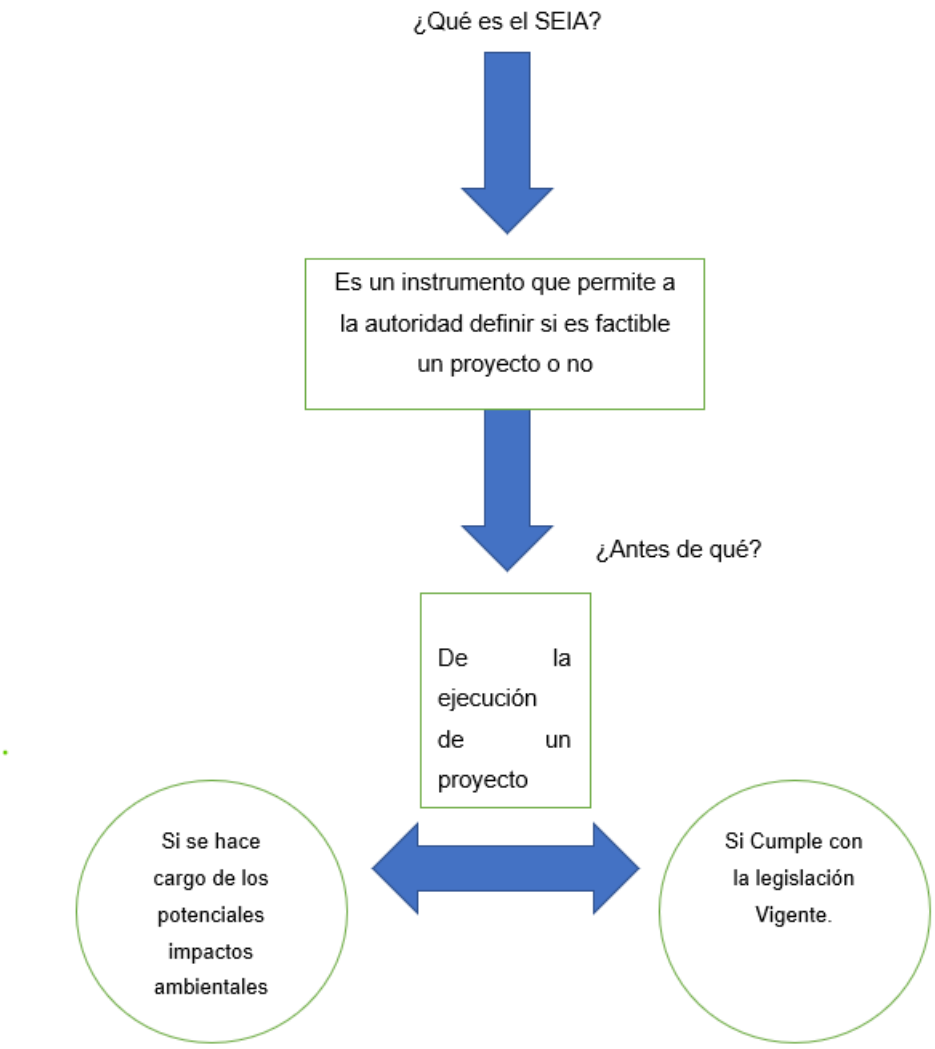
Dentro de la biorremediación de agua se utilizan organismos vivos como hongos, bacterias y plantas las cuales permiten volver el equilibrio a los ecosistemas de una manera menos invasiva y una forma más amigable. Una de las características de las que depende la eficiencia de la biorremediación son la cantidad de materia orgánica, oxigeno disuelto, temperatura, PH, nitrógeno y fosforo, además de tres factores de riesgo para la biorremediación la biológica, ambiental y contaminante, donde la primera tiene relación con la disponibilidad de alimento para la mantención de la bacteria, la segunda si están las condiciones de supervivencia y la tercera en relación a la concentración de contaminantes. (Balboa y Vergara.2022).

7. SISTEMA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL EN CHILE:

Ley 19300 promulgada el 1 de marzo de 1994 por el presidente Patricio Aylwin, con el objetivo de mejorar las políticas ambientales y poder regular las industrias Chilenas, en esos años uno de los entes del estado fue CONAMA (comisión nacional del medio ambiente) que reguló el funcionamiento de las industrias a través de decretos, los cuales han ido quedando obsoletos por el efecto continuo de los contaminantes y las concentraciones fuera de rango en relación a acuerdos americanos y Europeos más eficientes que el de nuestro País. En el año 2010 al término del gobierno de Michelle Bachelet estaba en trámite la creación del Ministerio del medio ambiente el cuál se promulga bajo un Nuevo Gobierno, Uno de los entes reguladores creados por el ministerio del medio ambiente es el SEA.

(Servicio Evaluación Ambiental) y a través de la herramienta que es el SEIA (sistema de evaluación de impacto ambiental) trabajan en conjunto para regular la protección de humedales, Control de Contaminantes, calidad del aire, efectos en los animales y seres Humanos. (Servicio de Evaluación Ambiental, SEA, 2022)

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile



El SEIA está a cargo del Servicio de evaluación ambiental

Autor: Creación propia

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

8. DISMINUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES EN LOS RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS:

Que las especies disminuyan la concentración de metales a través de un mecanismo celular y bioquímico es muy importante ya que permite la buena relación con el medio, las especies no solo bajan las concentraciones sino que también ellas funcionan como depósitos, efectos como la temperatura, cantidad de metal diluido, cantidad de bacterias en ppm y PH son fundamentales a la hora de realizar una biorremediación, por lo general se hace un estudio a pequeña escala para analizar el rendimiento de la especie.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

CARACTERIZACIÓN DE LA SEQUÍA EN LA ZONA SUR

Desde Valparaíso a la Región del Bío - Bío

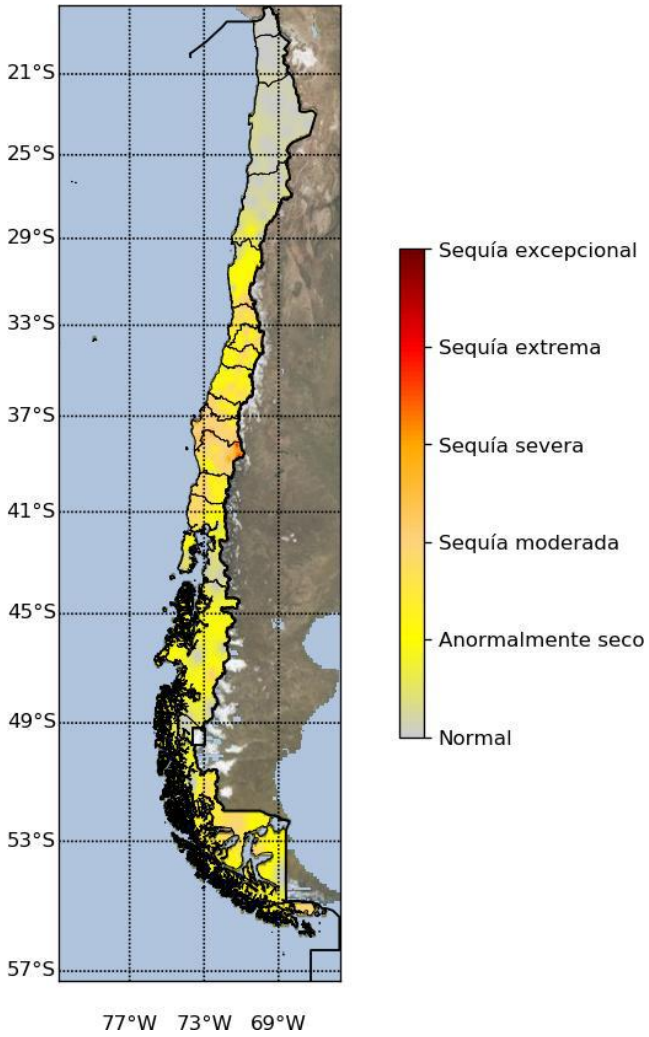


Tabla tomada de la dirección meteorológica de Chile pág. 4

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

La dirección meteorológica de Chile indica lo siguiente:

La zona sur austral se recupera con las lluvias del mes de septiembre que disminuye la sequía en porcentajes de 10 a 50 por ciento en Aysén y Magallanes, Pero se observa un aumento de la sequía en los valles de Valparaíso a la Araucanía, aumentando el área dañada con 2,3 porciento de sequía e incluso en algunas comunas llegando a un nivel de sequía severa.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN MENSUAL A NIVEL NACIONAL

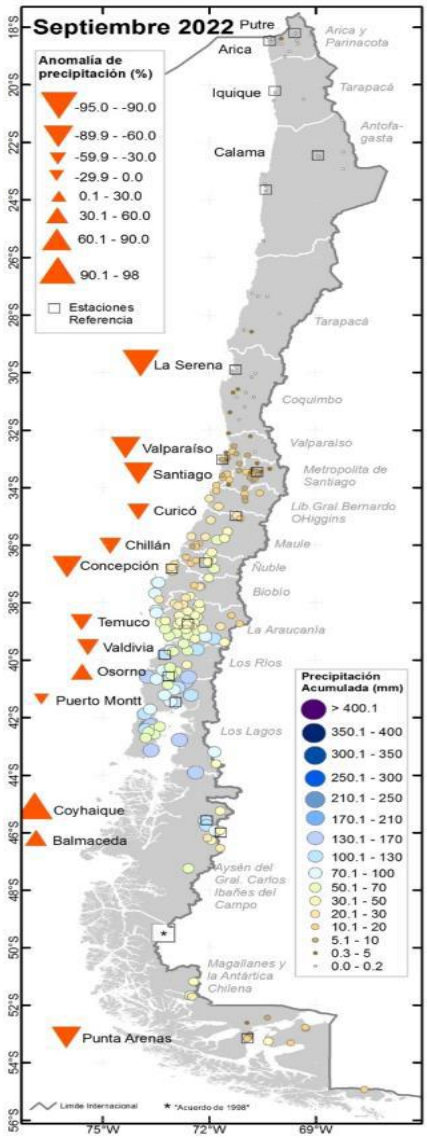


Tabla tomada desde la dirección Meteorológica de Chile. pág. 3

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Estado de la escasez Hídrica en la Región del Bío – Bío:

Con respecto al estado de la escasez hídrica en nuestra región asciende al 73%, debido a que la sequía tiene un valor acumulativo de los últimos 24 a 48 meses. Dirección Meteorológica de Chile. (22 de octubre de 2022). Lo cual influye directamente en la disponibilidad Hídrica de nuestra provincia lo cual podría en un futuro poner en riesgo la disponibilidad de agua, limitando el uso del agua e impactando en la disponibilidad de agua para necesidades de la población y la actividad industrial.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

La investigación fue llevada a cabo con la lectura de 25 documentos relacionados con biorremediación de agua con presencia de metales industriales y medio ambiente, lo que se logró ver en los documentos fue la incidencia de la bacteria Pseudomonas en remoción de metales suspendidos para el caso de nicaragua (Balboa, C., Vergara-González, L. 2021.), resistencia de cepas de Pseudomonas en presencia de cadmio y plomo (Gomez,2022, p.32).

Tipo *Pseudomonas* pseudoalcaligenes y Micrococcus luteus absorben significativamente metales (P.R.Sreedevi, K.Suresh, Guanming Jiang), Visitas a páginas web del Servicio de evaluación ambiental, Ministerio de obras públicas MOP, empresas petrolera ENAP, siderúrgica CAP, Biblioteca nacional decretos Ministerio de Salud y Código de aguas, la revisión fue de diseño no experimental, el método utilizado fue documentación a través de la plataforma mendeley por mapeo y la búsqueda fue a través de Google académico por lo general la forma de búsqueda fue utilizando el tema aguas con presencia de metales y biorremediación, biorremediación de aguas en Chile , biorremediation with wather and metals,biorremediation with bacteria residuos industriales líquidos. Los materiales utilizados para la revisión: computador, internet banda ancha, buscador Google académico, aplicación mendeley, papers sobre biorremediación, libro Chang de Química, libro de biología Curtis y biblioteca Universidad del Bío-Bío,además del Capital Humano profesor Guía y profesor informante, Programa académico PIAC.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS

Luego de revisar la literatura encontrada en Google académico con búsqueda de temas como: aguas con presencia de metales y biorremediación, biorremediación de aguas en Chile , biorremediation with wather and metals, biorremediation with bacteria, residuos industriales líquidos, se filtro la información dejando fuera papers ,investigaciones y tesis relacionadas cien por ciento a suelos, descargando solo papers, investigaciones y tesis con temas relacionados a biorremediación de aguas y suelos a la vez con presencia de metales, caracterización de bacterias en general, análisis y aplicaciones en biorremediación con bacterias, hongos y plantas y finalmente medio ambiente.

Se realiza una lectura completa de cada documento utilizando recursos propios en inglés y traductores automáticos para traspasar cada descarga en la biblioteca mendeley donde la información es clasificada por año de producción, 15 documentos están relacionados directamente con las palabras bacteria y biorremediación según el buscador de pdf los documentos en general señalan el uso de bacterias en la degradación de diferentes metales, de las tablas resumen y lecturas de las menciones existe una incidencia de la bacteria Pseudomona relacionada a la degradación de metales que coinciden con la matriz en la pregunta de investigación.

Debido a que ya se identificó una especie de bacteria capaz de degradar metales presentes en la matriz de la pregunta, se procede ordenar en una tabla los metales degradados por la bacteria Pseudomona.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

TABLA RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE BACTERIA PSEUDOMONA SEGÚN BIBLIOGRAFÍA ENCONTRADA.

Tipo de bacteria	Metal	Referencia
Pseudomona *sp*	Cr (VI)	Beltrán-Pineda, M. E., & Gómez-Rodríguez, A. M. (2016
Pseudomona *ambígua*	Cr	Beltrán-Pineda, M. E., & Gómez-Rodríguez, A. M. (2016
Pseudomonas *aeruginosa*	Cr y Cd	Beltrán-Pineda, M. E., & Gómez-Rodríguez, A. M. (2016
Pseudomona *sp*	Hg orgánico e inorgánico	Beltrán-Pineda, M. E., & Gómez-Rodríguez, A. M. (2016
Pseudomona *balearica*	Me Hg	Beltrán-Pineda, M. E., & Gómez-Rodríguez, A. M. (2016
Pseudomonas *putida*	Me Hg	Beltrán-Pineda, M. E., & Gómez-Rodríguez, A. M. (2016
Pseudomonas *fluerescens*	Me Hg	Beltrán-Pineda, M. E., & Gómez-Rodríguez, A. M. (2016
Pseudomonas *sp.*	Diesel	Khalid, F. E., Lim, Z. S., Sabri, S., Gomez-Fuentes, C., Zulkharnain, A., & Ahmad, S. A. (2021)
Pseudomonas *fluerescens*	Ni	Sreedevi, P. R., Suresh, K., & Jiang, G. (2022)
Pseudomonas *syringae*	Cu, Zn, Ca, Mg, Cd y Hg	Sreedevi, P. R., Suresh, K., & Jiang, G. (2022)
Pseudomona *aeruginosa*	Cu, Ni, Pb, Cd y Cr	Sreedevi, P. R., Suresh, K., & Jiang, G. (2022)
Pseudomona *koreensis*	Cd, Cr y Pb	Sreedevi, P. R., Suresh, K., & Jiang, G. (2022)

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

Pseudomona	Cd y Pb	, G. de, Gomez Escobedo, B., Jhonathan Asesor, F., Gonzalez, V., & Antonio Trujillo -Perú, J. (2022
Pseudomona	Metales en general	Balboa, C., Vergara-González, L. (2021).

Autor: Elaboración propia

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

RESULTADOS

Luego de realizar la tabla claramente se puede identificar la incidencia en general de Pseudomona para bajar las concentraciones de metales Cu, Cd, Fe, Zn, Hg y Pb presentes en la matriz de nuestras pregunta de estudio, cabe destacar que las bacterias Pseudomonas independiente de su especie no son especificas para un solo metal en general, dentro de este estudio hay presentes otras especies de bacterias como E.*coli ,que no fueron consideradas por su baja incidencia en compración con Pseudomonas*[2].

Uno de los alcances importantes de esta revisión es que se puede ampliar aun mas el espectro de tratamiento al aplicar bacterias Pseudomonas ya que se puede utilizar en la degradación de otros metales como Cromo, Niquel y Metil mercurio, dentro de la literatura presente en la bibliografía se hace énfasis a utilizar como complemento a la biorremediación la presencia de plantas o fitorremediación como un complemento, cabe agregar que es importante mantener controlado los factores de riesgo biológico, ambiental y contaminante, lograr reducir los metales en los residuos industriales líquidos de la provincia de Concepción significaría para la industria una baja en el impacto hídrico en la región, ser un aporte para promover la reutilización de aguas de desecho, ser un aporte para la provincia en cuanto a la inversión de nueva tecnología en pro del medio ambiente en una zona que se encuentra en déficit hídrica.

Mejorar la calidad de vida de especies que habitan cerca de las industrias de la provincia de Concepción, a través de la disminución de metales por Biorremediación permite perpetuar la flora y fauna de la región, mejorar los efectos en el medio ambiente y promoviendo menos riesgos para la salud Humana de personas que habitan cerca de las industrias que vierten RIL con carga de metales.

[2] Dentro de la literatura revisada existen especies con menor incidencia Sreedevi, P. R., Suresh, K., & Jiang, G. (2022).

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

CAPÍTULO 5: CONCLUSIÓN

La provincia de Concepción es caracterizada por la actividad industrial, empresas como ENAP Y CAP, tienen una gran actividad en la región. La biorremediación juega un papel fundamental en la baja de concentraciones de metales en los residuos industriales líquidos, sobre todo si se utilizan bacterias debidamente tratadas a niveles de temperatura, cantidad de metal diluido, cantidad de bacterias en ppm y PH. La biorremediación de los RILs en la provincia de concepción tiene un efecto importante en la vida de especies animales, vegetales y seres humanos, sobre todo para los habitantes cercanos a la zona industrial según él SEA existen mecanismo para que las empresas logren regular sus emisiones y efectos al medio ambiente. Que las empresas utilicen la biorremediación para disminuir la concentración de metales es fundamental sobre todo si la provincia de concepción se encuentra con un déficit de alrededor del 73 % de escasez de agua por efecto de la ausencia de un superávit ya que la biorremediación a través de bacterias disminuye la concentración de los metales, permite la reutilización del agua y permite un ciclo hidrologico viable ya que no hay presencia de metales en exceso, cabe destacar que indirectamente rebaja la probabilidad de efectos en la salud humana.

Dentro de la revisión se identifica la Bacteria Pseudomona, según la literatura citada es posible la degradación de los metales Cu, Cd, Fe, Zn, Hg y Pb a través de los diferentes mecanismos biológicos y químicos de la bacteria Pseudomona, la bacteria Pseudomona no solo degrada la matriz presente en la pregunta de investigación sino que tiene alcances en elementos como Níquel y Cromo, esto se logró identificar a través de la literatura buscada en google académico, clasificada y descargada en la aplicación bibliográfica mendeley, la cual permite un diagnostico por año, además de la clasificación de cada lectura la cual ha sido analizada donde se observa una incidencia en general de la bacteria Pseudomona.

Los documentos en general indican que la biorremediación es factible de bajo costo para las empresas.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

BIBLIOGRAFÍA

1. Sreedevi, P. R., Suresh, K., & Jiang, G. (2022). Bacterial bioremediation of heavy metals in wastewater: A review of processes and applications. In *Journal of Water Process Engineering* (Vol. 48). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102884.

2. RIESGOS AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD EN LAS EMPRESAS Autor, G. de, Gomez Escobedo, B., Jhonathan Asesor, F., Gonzalez, V., & Antonio Trujillo -Perú, J. (2022). *Nivel de contaminación por metales pesados y propuesta de mitigación biotecnológica del río Yamobamba Huamachuco.*

3. Dirección Metereológica de Chile. (22 de Octubre de 2022). Monitoreo de la sequía metereologica. (2022). *Boletín de sequía septiembre 2022 condición actual persistente de la sequía*.

4. Balboa, C., Vergara- González, L. (2021). Potential application of lactic acid bacteria in water treatment systems. In *Ecosistemas* (Vol. 30, Issue 2). Asociación española de Ecología Terrestre. https://doi.org/10.7818/ECOS.2224

5. Priyadarshanee, M., & Das, S. (2021). Biosorption and removal of toxic heavy metals by metal tolerating bacteria for bioremediation of metal contamination: A comprehensive review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *9*(1), 104686. https://doi.org/10.1016/J.JECE.2020.104686

6. Khalid, F. E., Lim, Z. S., Sabri, S., Gomez-Fuentes, C., Zulkharnain, A., & Ahmad, S. A. (2021). Bioremediation of Diesel Contaminated Marine Water by Bacteria: A Review and Bibliometric Analysis. *Journal of Marine Science and Engineering*, *9*(2), 155. https://doi.org/10.3390/jmse9020155

7. Empresa Nacional del Petroleo (20 de octubre de 2022). Reporte Integrado. (2020). *Reporte integrado 2020*. 2–172.

8. RIVERA BOCANEGRA, F. del C. (2016). *Efectos del nivel de agregación de datos sociodemográficos en la estimación de la demanda de agua residencial del Gran Concepción- Chile. Enfoque del modelo de elección discreto - continuo.*

9. Beltrán-Pineda, M. E., & Gómez-Rodríguez, A. M. (2016). Biorremediación de metales pesados cadmio (Cd), cromo (Cr) y mercurio (Hg), mecanismos bioquímicos e ingeniería

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

genética: una revisión. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, *12*(2), 172–197. https://doi.org/10.18359/rfcb.2027

10. Empresa nacional del petróleo. (20 de Octubre 2022).Reporte de sostenibilidad 2015. (2015). *Reporte de sostenibilidad 2015*. www.enap.cl

11. Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellín, C., Villabona-Ortiz, Á., & Garcés-Jaraba, L. (2015). Tecno lógicas. In *TecnoLógicas* (Vol. 18, Issue 34). Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992015000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=es

12. Alberto Gran Scheuch, A., & Manuel Pérez Donoso Edwar Rosamel Fuentes Pérez, J. (2015). *Aislamiento y caracterización de bacterias antárticas capaces de metabolizar fenantreno en presencia de metales pesados.*

13. Inostroza, A. A., Pantoja, S., & González, R. R. (2011). Actividad enzimática de metanótrofos marinos y su uso potencial en biorremediación Enzymatic activity of marine methanotrophs and its potential use in bioremediation. In *Gayana* (Vol. 75, Issue 2).

14. Compañía Minera del Pacífico. (20 de octubre 2022). Información complementaria de los indicadores GRI de desempeño ambiental y laboral. (2010). *Información complementaria de los indicadores GRI de desempeño ambiental y laboral 2010.*

15. VARGAS BALLESTER, Waldo. S. X. agua ¿es un recurso natural renovable'. R. virtual R. (en línea). 2010, vol. 4, n. 2. (2010). *Siglo XXI: El agua, ¿es un recurso natural renovable?.*

16. BROSCHEK SANTELICES, U., Oxidación Avanzada Catalítica En El, A. de, & Ambiental, Q. (2004). *Aplicación de Oxidación avanzada catalítica en el tratamiento de residuos industriales líquidos utilizando ozono como agente oxidante*.

17. Noachas Asaf, E. (2022). Evaluación de bacterias con potencial aplicación en biorremediación de glifosato (Trabajo de Grado). Universidad ORT Uruguay, Facultad de Ingeniería.

18. Arroyo, M., Esther, M., Quesada, R., & Manuel, J. (2004). *APLICACIÓN DE SISTEMAS DE BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS Y AGUAS CONTAMINADAS POR HIDROCARBUROS*.

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

19. Servicio de evaluación ambiental. (20 de octubre de 2022). ¿Cuál es el proceso de evaluación ambiental?. https://www.sea.gob.cl

20. Servicio de evaluación ambiental. (20 de octubre de 2022). Guías, instructivos y criterios para la evaluación de proyectos en SEIA. https://www.sea.gob.cl

21. Biblioteca del congreso nacional de Chile. (22 de octubre de 2022). Ley 21435, Ministerio de obras publicas.Código de aguas, reforma de código de aguas. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1174443

22. Biblioteca del congreso nacional de Chile. (22 de octubre de 2022). Decreto 131, Modifica el decreto 735 de 1969. Reglamento de los servicios de aguas destinados al consumo humano. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=259363&idParte=8663454&idVersion=2007-03-26

23. Superintendencia de servicios sanitarios. (22 de octubre de 2022). Sanciones a empresas sanitarias e industriales, 2001-2018. http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6411.html

24. Dirección general de aguas. (20de octubre 2022). Ministerio de obras públicas, información de recursos Hídricos y organizaciones de usuarios. https://dga.mop.gob.cl/Paginas/default.aspx

25. Ministerio de obras públicas. (20 de octubre de 2022). Hidrolinea, mapa en línea, información oficial hidrometereológica y calidad de aguas en línea. https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes

Universidad del Bío-Bío. Sistema de Bibliotecas - Chile

REFERENCIAS

- (A.Goldsby, 2017). Química, Decima segunda edición.
- Helena Curtis. Biología (2008), séptima edición.