

LA BIORREMEDIACION COMO ALTERNATIVA DE RECUPERACIÓN PARA CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

SEMILLERO COMPETITIVIDAD ECONÓMICA AMBIENTAL
PROYECTO CURRICULAR ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL

Autores: Lina Paola Gómez Hastamorir - linagh24@gmail.com
Stephanie Dayan Mora Ortégón- stephaniemora@hotmail.com

Docente tutor: Maribel Pinilla



RESUMEN

Los cuerpos de agua lénticos hoy por hoy han sido contaminados por sustancias tóxicas o vertimientos que reciben tanto de las actividades productivas y económicas de las comunidades aledañas, como las empresas a sus alrededores. Debido a la importancia que ellos tienen es sustancial buscar soluciones a las problemáticas que cada día van en aumento. La alternativa de solución que se plantea en este documento es la biorremediación, la cual cumple un proceso de recuperación y degradación de las sustancias tóxicas presentes en dichos cuerpos de agua a través de bacterias y plantas que permiten un proceso de inoculación bacteriana de los agentes presentes allí. Existen metodologías para evaluar las posibles alternativas de solución teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas. Por lo tanto una de estas metodologías es el análisis costo-beneficio, que permite establecer un marco de evaluación para esta alternativa determinando el costo comparativo frente a otras y los beneficios derivados de la misma.

PALABRAS CLAVE

Agua, Alternativa, Costo, Beneficio, Biorremediación.

INTRODUCCIÓN

Los ambientes lénticos son aquellos cuerpos de agua cuyo contenido líquido se mueve dentro de la depresión del terreno donde se encuentran, y lo hacen principalmente con movimientos convectivos con un recambio de aguas más o menos limitado. (Sanchez, s.f.).

Por lo general estos cuerpos de agua, desde el punto de vista químico pueden definirse como una disolución nutritiva de sales, iones y elementos que influyen de forma decisiva en la composición de las BIOCENOSIS (Gaspar, 2014).

Los cuerpos de agua se caracterizan por su gran capacidad de purificación, sin embargo, estos se están viendo afectados por los altos niveles de vertimientos de sustancias contaminantes a las fuentes hídricas, donde se pueden encontrar diferentes tipos de elementos, los cuales están afectando la salud de las personas cercanas a dichos recursos. (Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, 2007).

Uno de los contaminantes que más se encuentran en estos ecosistemas son los metales pesados que se acumulan en diferentes órganos y cuya degradación química y biológica es imposible lo cual hace que los elementos existan en el ambiente por muchos años y así mismo generen más afectación en los individuos que los poseen como la alteración de los órganos vitales de la especie, NEFROSIS moderada a alta, entre otras (Acherman, 2007).

Es primordial la recuperación de dichos cuerpos de agua partiendo de la importancia que ellos tienen para el desarrollo de la vida en el planeta, el desgaste de estos ecosistemas no solamente causan el deterioro en la calidad del agua sino también causan afecciones a las especies que viven allí ya que cualquier tipo de toxico una vez entre a un organismo puede causar alteración genética lo que conlleva a mutaciones y posteriormente afectan la dinámica poblacional, consecuente a esto han surgido diferentes alternativas para la restauración biológica de los ambientes lénticos donde se puede mencionar métodos como: biorremediación, biorestauración, fitorestauración, entre otros. (Peña, Carter, & Ayala, 2001).

Una alternativa de solución para la contaminación hídrica en los cuerpos de agua lénticos es la biorremediación, que consiste en la aplicación de microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para rehabilitar la zona alterada a su condición natural. En ocasiones el costo de estas técnicas es relativamente alto, pero el biotratamiento requiere menos energía, y es el único método que puede lograr la mineralización de los materiales residuales en productos inocuos. (Rincón, 2004).

MÉTODOS

Esta investigación es de carácter descriptivo, pues busca dar una relación entre análisis costo-beneficio y la biorremediación.

Teniendo en cuenta la importancia de los recursos hídricos para el desarrollo de la humanidad se pretende evaluar la biorremediación como alternativa de solución a esta problemática partiendo de metodologías de valoración de proyectos.

Para poder realizar la valoración de proyectos ambientales en cuerpos de agua lénticos, primero debemos partir del estudio de un objeto específico que en este caso será un humedal, al cual se le aplicara la metodología de Análisis Costo-Beneficio para la biorremediación como alternativa de solución.

El Análisis Costo-Beneficio consiste en establecer un marco para evaluar si en un momento determinado en el tiempo, el costo de una medida específica es mayor que los beneficios derivados de la misma. Este análisis finaliza con la estimación de indicadores financieros tales como el Valor Presente Neto o la Tasa Interna de Retorno que permiten averiguar el grado de rentabilidad del proyecto o política. (Mendieta, 1999).

Es necesario valorar dichos costos y beneficios de tal manera que puedan ser comparados. A partir de este punto se debe tener en cuenta la valoración monetaria de "intangibles", que para este caso será un humedal, el cual hace parte de los cuerpos de agua lénticos.

No obstante es necesario tener en cuenta la valoración de los riesgos y la incertidumbre que se conciben debido a que los proyectos ambientales por lo general tienden a dar resultados a largo plazo. (Arrojo, Bernal, Fernandez, & Lopez, s.f.)

Para la valoración de la alternativa se deben evaluar los posibles escenarios de aplicación, los costos y beneficios de dicha alternativa y calcular el valor presente neto, dicho valor depende de las siguientes variables: La inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de periodos que dure el proyecto.

RESULTADOS

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica en cuanto a biorremediación y análisis costo-beneficio encontramos los siguientes resultados:

Las especies bacterianas responsables de la acción depuradora, clasificadas en Gram negativo, que pueden ser colocadas en los cuerpos de agua con mayor frecuencia son:

Pseudomona aeruginosa: bacterias aeróbicas, quimioheterótrofas, móviles y de forma bacilar, poseen una variedad de enzimas lipolíticas, las cuales son de vital importancia para su metabolismo. Se adaptan a una gran variedad de ambientes debido a sus simples requerimientos nutricionales y por la misma razón ampliamente distribuidos en el suelo formando asociaciones con plantas.

Klebsiella pneumoniae: bacterias aeróbicas que poseen una cápsula de polisacárido prominente. Desempeñan un importante papel como causa de las enfermedades infecciosas oportunistas. (Frias & Garrido, 2012).

Los sistemas biológicos utilizados son microorganismos y plantas. Las degradaciones causadas por estos sistemas ocurren generalmente en la naturaleza por lo cual este proceso se denomina "atenuación natural", sin embargo la velocidad de tales cambios es baja, aunque con una adecuada manipulación el proceso puede optimizarse para aumentar la velocidad de cambio o la degradación y así usarlos en sitios con una elevada concentración de contaminantes. (Rincón, 2004).

Esta alternativa de solución para la descontaminación de los cuerpos de agua tiene una ventaja comparativa frente a otras por su bajo costo de implementación, ofrece una solución más simple y completa que algunas tecnologías mecánicas, además puede ser aplicada en diferentes industrias tradicionales que juegan un papel importante para la economía del país.

Se deben cuantificar los costos asociados a la aplicación de la biorremediación que abarca costos sociales de inversión (construcción y equipamiento) operación y mantenimiento, y aprovechamiento del agua tratada; también se deben tener en cuenta los costos directos de adquisición. Para esta valoración se debe partir de tres palabras claves: identificación, cuantificación y valoración.

Entre los beneficios sociales que puede traer una planta de biorremediación son: disminución de costos de la salud, mejora del medio ambiente, mejora en el bienestar social, incremento en el excedente agrícola, aprovechamiento del agua en la industria, entre otros, (Hurtado, 2014) sin embargo también se debe tener en cuenta los ingresos monetarios y ahorro de costos. (Cepal, 2009).

Uno de los indicadores para conocer la rentabilidad de un proyecto es el Valor Presente Neto (VPN) en donde se hace la sumatoria de todos los costos, beneficios e impactos a todo lo largo de la vida útil del proyecto descontados al periodo inicial. (Mendieta, Manual De Valoración Económica De Bienes No Mercadeables, 1999).

La fórmula para el cálculo del Valor Presente Neto es:

$$VPN = I_0 + \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) * \frac{1}{(1+r)^t}$$

Dónde:

B_t = Beneficios del período t

C_t = Costos del período t

r_i = tasa de descuento

I_0 = Inversión inicial

n = vida útil del proyecto

Interpretación del Valor Presente Neto:

VPN > 0; se recomienda pasar a la siguiente etapa del proyecto.

VPN = 0; es indiferente realizar la inversión.

VPN < 0; se recomienda desecharlo o postergarlo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De acuerdo con la Resolución 1553 del 2014 dice "La biorremediación in-situ solamente se aplicará en casos absolutamente necesarios, relacionados con dificultades extremas del transporte de dicho material contaminado, teniendo en cuenta que no sean sitios de recarga de acuíferos, ni en zonas de influencia de cuerpos de agua loticos y lenticos". Esta normatividad se refiere a los medios o los ecosistemas que no pueden ser removidos o aislados para su tratamiento.

Las empresas y/o comunidades que generan la contaminación en los cuerpos de agua lenticos a causa de sus vertimientos, pueden tener preferencia la biorremediación in-situ ya que este tratamiento genera impactos menores y controla de una manera más eficaz los distintos tipos de contaminantes que pueden llegar al suelo y a las aguas de dichos ecosistemas, recordando que la biorremediación es menos costosa y sus resultados no tendrán implicaciones en el medio ambiente.

Otra posible alternativa de solución es la biorestauración que consiste en la aplicación de microorganismos para degradar sustancias toxicas en la medida de lo posible en dióxido de carbono, agua y sales minerales inocuas. Sin embargo ese método tiene desventajas en cuanto a la aplicación in situ ya que esta es mucho más demorada, puede tardar varios años en el caso de compuestos que se biodegraden lentamente, además este no se puede aplicar en suelos muy estratificados o arcillosos debido a que estas condiciones no favorecen la buena distribución del aire en toda la zona contaminada (Peña, Carter, & Ayala, 2001)

Entonces un valor presente neto positivo para un proyecto, asumiendo todos sus costos, incluyendo el provocado por los efectos externos causados sobre el medio ambiente implica que puede generar unos retornos r sobre el total de capital invertido, más unos excedentes adicionales dados por el valor presente neto.

El análisis costo-beneficio es una técnica muy utilizada para la valoración de proyectos ya que permite conocer de manera específica los pro y contras de cada alternativa, define la factibilidad, valora la

necesidad y la oportunidad del proyecto y nos da una medida de rentabilidad mediante la comparación de los costos previstos con los costos esperados; en cuanto a la biorremediación, como una posible solución, tiene un gran potencial en la recuperación de cuerpos de agua y suelos contaminados por diferentes productos, y por lo general es mucho más económica que otras alternativas de restauración. Una desventaja de la biorremediación puede ser que su beneficio no se ve reflejado a corto plazo, por el contrario es un proceso que tiene una baja velocidad aunque puede acelerarse con un mantenimiento y manipulación adecuada.

AGRADECIMIENTOS

Inicialmente queremos agradecerle a Dios por permitirnos afrontar cada etapa en el transcurso de la formación que vamos recibiendo como administradoras ambientales, a nuestros padres por su apoyo incondicional y a la profesora Maribel Pinilla, directora del semillero de investigación en Competitividad Económica Ambiental, por permitirnos ser parte de este propósito investigativo.

PIE DE PÁGINA

[1] BIOCENOSIS: conjunto de organismos, vegetales o animales, que viven y se reproducen en determinadas condiciones de un medio o biótomo.

[2] NEFROSIS: es una enfermedad de los riñones que provoca la pérdida de proteínas en la orina (proteinuria). Esa pérdida se acompaña de edema, inapetencia y cansancio general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acherman, J. (2007). Análisis del Estado de Alteración y Contaminación del Humedal Jaboque. Obtenido de Observatorio Ambiental de Bogotá: <http://oab.ambientebogota.gov.co>

Anónimo. (2007). Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. de Universidad de Cantabria: URL: <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/salud-publica-y-atencion-primaria-de-salud/otros-recursos-1/lecturas/bloque-iii/Contaminacion%20del%20agua.pdf> [F. Consulta: 20160918].

Arrojo, P., Bernal, E., Fernandez, J., & Lopez, J. (s.f.). El análisis coste-beneficio y su vigencia relativa en la valoración de grandes proyectos hidráulicos. Obtenido de Universidad de Zaragoza: <http://www.uv.es/~atortosa/cte-bproyectos%20hidraulicos.pdf>

Cepal. (2009). Evaluación Social de Proyectos. Obtenido de Cepal: http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/0/35060/evaluacion_social_va.pdf

Frias, J., & Garrido, N. (2012). Biorremediación de aguas contaminadas con detergentes por medio de bacterias quimiosintetizadoras. URL: http://www.juniordelagua.cl/archivos_recursos/phpBfoMsy.pdf [F. Consulta: 20160919].

Gaspar, J. (2014). Aguas Lénticas. URL: <https://es.scribd.com/doc/226068863/Aguas-Lenticas>. [F. Consulta: 20160917].

Hurtado, C. (2014). Análisis de alternativas de solución al problema de discontinuidad en el servicio de agua potable en Cali. Universidad del Valle, URL: <http://bibliotecadigital.uni valle. edu.co/bitstream/10893/7685/1/0508724 -p-14-e.pdf>. [F. Consulta: 20160919].

Universidad de Cantabria. (2007). Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Obtenido de <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/salud-publica-y-atencion-primaria-de-salud/otros-recursos-1/lecturas/bloque-iii/Contaminacion%20del%20agua.pdf>

Mendieta, J. (1999). Manual De Valoración Económica De Bienes No Mercadeables. URL: https://www.researchgate.net/publication/256006118_Manual_De_Valoracion_Economica_De_Bienes_No_Mercadeables_Aplicaciones_De_Las_Tecnicas_De_Valoracion_De_Bienes_No_Mercadeables_Y_El_Analisis_Costo_Beneficio_Y_Medio_Ambiente?enrichId=rgreq-1b9c47e0a13d746f. [F. Consulta: 20160920].

Peña, C., Carter, D., & Ayala, F. (2001). Toxicología Ambiental- Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Universidad de Arizona. URL: <http://toxamb.pharmacy.arizona.edu/index.html>. [F. Consulta: 20160918].

Rincón, M. (2004). Estudio de la biorremediación como una alternativa en la mitigación de la contaminación ambiental. Universidad Industrial de Santander, URL: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7021/2/114220.pdf>. [F. Consulta: 20160919].

Sanchez, O. (s.f.). Ecosistemas acuáticos: diversidad, proceso, problemática y conservación. Secretaria de Educación Pública, URL: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/533/ecosistemasa.pdf>. [F. Consulta: 20160917]