



Nivel de calidad de la demanda bioquímica de oxígeno del proceso de filtros biológicos

Quality level of the biochemical oxygen demand of the process of biological filters

Nível de qualidade da demanda bioquímica de oxigênio do processo de filtragem biológica

ARTÍCULO ORIGINAL



Esmila Yeime Chavarría Márquez
esmila.418@gmail.com

Luz Luisa Huamaní Astocaza
luzluisa20@gmail.com

César Marino Basurto Contreras
cbasurto@unco.edu.pe

Oscar Saul Carvo Baltazar
ocarvo@yahoo.com

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. Pampas, Perú

Escanea en tu dispositivo móvil

o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.205>

Artículo recibido el 11 de noviembre 2022 / Arbitrado el 19 de diciembre 2022 / Publicado el 19 de abril 2023

RESUMEN

En el año 2022, al evaluar la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en el distrito de Yauli del departamento de Huancavelica en Perú, la demanda bioquímica de oxígeno del afluente fue en promedio 185 mg/L y del efluente excedió a 100 mg/L; por esta razón, se implementó un filtro biológico con contenido de carbón vegetal. El objetivo principal fue identificar el nivel de calidad de la demanda bioquímica de oxígeno del efluente mediante el método analítico de reactor incubador, ya que es un parámetro fundamental evaluar el empleo de filtros como minimizante de materia orgánica presente en la calidad de agua residual. Entre los materiales que se utilizó fue el reactor DBO con 6 biodigestores y la incubadora conjuntamente con el protocolo de muestreo de aguas residuales. El método fue explicativo, donde el uso de filtros biológicos en la planta de tratamiento de aguas residuales de Yauli- Huancavelica logró minimizar la demanda bioquímica del oxígeno hasta 67.96 mg/L del efluente. Por tanto, el proceso de filtros biológicos a base de carbón vegetal permitió obtener valores por debajo de 100 mg/L de calidad de demanda bioquímica de oxígeno cumpliendo con los límites máximos permisibles para aguas residuales, el mismo que será beneficioso para conservar la biodiversidad acuática del río Yauli y desarrollar la agricultura, entre otros sectores.

Palabras clave: Filtro biológico; Demanda bioquímica de oxígeno; Carbón vegetal; Nivel de Calidad; Materia Orgánica

ABSTRACT

In the year 2022, when evaluating the wastewater treatment plant located in the Yauli district of the Huancavelica department in Peru, the biochemical oxygen demand of the influent was on average 185 mg/L and the effluent exceeded 100 mg/L; for this reason, a biological filter with charcoal content was implemented. The main objective was to identify the quality level of the biochemical oxygen demand of the effluent through the incubator reactor analytical method, since it is a fundamental parameter to evaluate the use of filters as a minimizer of organic matter present in the quality of residual water. Among the materials used was the BOD reactor with 6 biodigesters and the incubator together with the wastewater sampling protocol. The method was explanatory, where the use of biological filters in the Yauli-Huancavelica wastewater treatment plant to minimize the biochemical oxygen demand up to 67.96 mg/L of the effluent. Therefore, the process of biological filters based on charcoal allowed obtaining values below 100 mg/L of quality of biochemical oxygen demand, complying with the maximum permissible limits for wastewater, which will be beneficial for conserving aquatic biodiversity of the Yauli river and develop agriculture, among other sectors.

Key words: Biological filter; Biochemical Oxygen Demand; Charcoal; Quality level; Organic material

RESUMO

No ano de 2022, ao avaliar a estação de tratamento de águas residuais localizada no distrito de Yauli, departamento de Huancavelica, no Peru, a demanda bioquímica de oxigênio do afluente foi em média 185 mg/L e do efluente superou 100 mg/L; por isso, foi implantado um filtro biológico com teor de carvão vegetal. O objetivo principal foi identificar o nível de qualidade da demanda bioquímica de oxigênio do efluente através do método analítico do reator incubadora, pois é um parâmetro fundamental para avaliar o uso de filtros como minimizador de matéria orgânica presente na qualidade da água residual. Entre os materiais utilizados estava o reator BOD com 6 biodigestores e a incubadora juntamente com o protocolo de amostragem de efluentes. O método foi explicativo, onde o uso de filtros biológicos na estação de tratamento de águas residuais Yauli-Huancavelica conseguiu minimizar a demanda bioquímica de oxigênio em até 67,96 mg/L do efluente. Portanto, o processo de filtros biológicos à base de carvão vegetal permitiu obter valores abaixo de 100 mg/L de qualidade da demanda bioquímica de oxigênio, cumprindo os limites máximos permitidos para águas residuais, o que será benéfico para a conservação da biodiversidade aquática do rio Yauli e desenvolver a agricultura, entre outros setores.

Palavras-chave: Filtro biológico; Demanda de oxigênio bioquímico; Carvão vegetal; Nivel de qualidade; Matéria orgânica

INTRODUCCIÓN

A consecuencia de la creciente demanda del recurso agua a nivel mundial se desechan al medio ambiente grandes cantidades de aguas residuales que no todas son recuperadas por falta de recursos económicos y tecnologías apropiadas para su purificación. Del mismo modo, a nivel de Latinoamérica las aguas residuales son recuperadas en un promedio del 35 %, desechándose grandes cantidades sin tratamiento a los lagos y ríos, los que tienen efectos negativos en la biodiversidad. Mientras tanto, el agua residual con tratamiento, mediante filtros biológicos, se convierte en una actividad de vital importancia para la biodiversidad acuática del río Yauli, ubicado en el departamento de Huancavelica-Perú. La ONU recomendó incentivar e impulsar el uso de las aguas residuales con tratamientos apropiados y purificados para diferentes sectores, como acuicultura, agricultura e industria. En este contexto, es de necesidad el control y la determinación de la eficiencia del proceso (1).

En el distrito de Yauli – Huancavelica en Perú se encuentra la planta de tratamiento de agua residual municipal y, en el proceso se presentaba la deficiencia de control del nivel de calidad de la demanda bioquímica de oxígeno del efluente, el cual debería de cumplir un límite máximo permisible (LMP) de 100 mg/L; pero ello excede llegando a 185 mg/L (2). Para lo cual, se implementó un proceso de mejora en su nivel de calidad con respecto a dicho parámetro utilizando un filtro biológico vegetal (3).

El objetivo de la investigación fue identificar el nivel de calidad de la demanda bioquímica de oxígeno del agua residual, mediante el método analítico de reactor incubador, el cual fue aplicado en el proceso de filtros biológicos a base de carbón vegetal; de esta manera, se logró mejorar el nivel de calidad bioquímica de oxígeno, el cual es el parámetro principal y fundamental para disminuir o eliminar la materia orgánica del agua residual municipal del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de Yauli, departamento de Huancavelica - Perú. Este parámetro no excede los LMP para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, según el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM-PERÚ.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinó la calidad de la demanda bioquímica de oxígeno del efluente de los filtros biológicos mediante el método analítico de reactor incubador DBO5 utilizando una solución acidificante solución A y B y el control de PH con un PH-Metro digital en calibración de PH 4 y PH7, a una temperatura incubación de 23 °C con muestras de 450 mL en 6 botellas digestoras digital HANNA, el muestreo fue semanal de los efluentes en el punto de coordenada UTM (WGS84). E 516203 N8588737 a una altitud 3383 msnm. Mediante los protocolos de monitoreo de aguas superficiales, en el punto de salida de los efluentes del filtro biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli del mes de mayo a

octubre del 2022, se trabajó en cumplimiento al cronograma de monitoreo sin excluir ningún día y ninguna muestra. Cada responsable se encargó del procesamiento de las muestras en el laboratorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú, en la facultad de Ingeniería Química teniendo en cuenta las muestras para demanda bioquímica de oxígeno en conservación a 4 °C parra ingreso al laboratorio y perseverando con solución ácida para su determinación de la calidad y el tiempo de proceso de los filtros biológicos mediante el contenido de carbón vegetal para observar su eficiencia en la degradación y minimización del contenido de materia orgánica en las muestras. Se realizó el procesamiento estadístico de los resultados de cada análisis de muestra mediante SPSS versión 26.

RESULTADOS

Los resultados del nivel de calidad de la demanda bioquímica de oxígeno en proceso de filtros biológicos se basan en la información recolectada en datos cuantitativos de análisis descriptivo.

Se obtiene una media de 67.96 mg/L de la DBO5, del efluente proveniente del filtro biológico a base de carbón vegetal; lo que significa que, hay una reducción de la cantidad de materia orgánica en el efluente. Por tanto, el nivel de contaminación por partículas orgánicas es aceptable, según los parámetros de los LMP señalados en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, como se evidencia en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados descriptivos de la calidad de DBO del efluente.

			Estadístico	Error estándar
Calidad de DBO del efluente del proceso de filtro biológico de la PTAR	Media	67,7600	67,7600	,81911
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	66,0694	
		Límite superior	69,4506	
	Media recortada al 5 %		67,9556	
	Mediana		70,0000	
	Varianza		16,773	
	Desviación estándar		4,09553	
	Mínimo		60,00	
	Máximo		72,00	
	Rango		12,00	

Con una probabilidad de error del 0.1 % menor que 5 % (alfa) se demuestra que la calidad de la demanda bioquímica del filtro biológico del efluente de PTAR no tiene una distribución normal, el mismo que se evidencia en la Tabla 2; por

tanto, es una prueba no paramétrica. Se utilizó el estadístico Wilcoxon, lo que indica que la demanda bioquímica de oxígeno va depender de la cantidad de oxígeno residual presente en cada proceso del filtro biológico.

Tabla 2. Prueba de normalidad.

Descripción	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
Calidad de DBO del efluente del proceso de filtro biológico de la PTAR	,831	25	,001

Nivel de significancia (alfa) $\alpha= 0.05$.

H0: La mediana de la calidad de DBO del efluente del proceso de filtro biológico de PTAR es igual a 100 mg/L.

H1: La mediana de la calidad de DBO del efluente del proceso de filtro biológico de PTAR es menor a 100 mg/L.

El P-valor 0.000005 es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por tanto, la mediana de la calidad de DBO del efluente del proceso de filtro biológico de PTAR es menor a 100 mg/L se evidencia en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Contraste de hipótesis.

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La mediana de calidad de DBO del efluente del proceso de filtro biológico de la PTAR es igual a 100.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para una muestra	,000010	Rechace la hipótesis nula.

El nivel de significación es ,050.

Tabla 4. Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para efluente.

N total	25
Estadístico de prueba	,000
Error estándar	36,827
Estadístico de prueba estandarizado	-4,412
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000010

P-valor= 0.000010

P-valor de una cola= 0.000005

El P-valor $0.000005 \leq 0.05$, se acepta la hipótesis alterna. Por tanto, la mediana de la calidad de la demanda bioquímica de oxígeno del efluente del proceso de filtro biológico de la planta de tratamiento de agua residual es menor a 100 mg/L y, de acuerdo a la Figura 1 de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, la mediana

observada de la calidad del efluente es de 70 mg/L. En consecuencia, el nivel de calidad de DBO del efluente del proceso de filtro biológico de la planta de tratamiento de agua residual de Yauli-Huancavelica, si cumplen con los límites máximos permisibles.

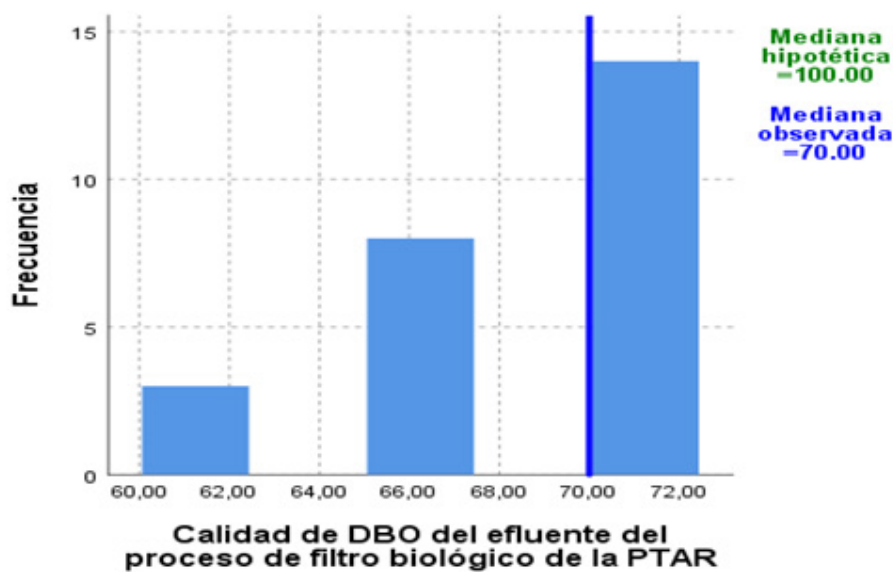


Figura 1. Mediana de la calidad de DBO del efluente.

DISCUSIÓN

En la presente investigación del nivel de la calidad de la demanda bioquímica de oxígeno en el proceso de filtro biológico, en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual se llegó a disminuir la cantidad DBO₅ hasta una media de 67.96 mg/L, mejorando la calidad del efluente debido a la aplicación del filtro biológico, el cual reduce la cantidad de materia orgánica y mejora la calidad de la demanda bioquímica de oxígeno con 69 % de eficiencia. Sin embargo, la eficiencia

de eliminación de DBO₅, de esta clase de tratamientos biológicos, es del 85-95 % (4).

El biofiltro, a base de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y piedra pómez, llega a reducir la concentración de demanda bioquímica de oxígeno en un 14.7 % de eficiencia que se reduce de 4484 mg/L a un 3825 mg/L haciendo una diferencia de 659 mg/L de concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (5).

Independientemente de la necesidad de acudir al fraccionamiento de la demanda

bioquímica de oxígeno para la aplicación de los modelos de la IAWQ, la descomposición de la demanda bioquímica de oxígeno para el tratamiento biológico hace mención que aporta las ventajas como la mejora el conocimiento de la composición tanto de los afluentes como de los efluentes, simplifica el trabajo vinculado a la realización de la predicción de resultados, posibilita una mejor explicación de las eficiencias obtenidas en la reducción de demanda bioquímica de oxígeno y permite conocer de manera anticipada la máxima eficiencia.

La DBO_5 en aguas residuales posibilita determinar la cantidad de sustancias orgánicas que los microorganismos pueden descomponer durante el procesamiento biológico (6). A mayor presencia de sustancias orgánicas es necesario mayor demanda de oxígeno para ser posible la degradación de las materias orgánicas presentes en el agua residual; es decir, cuanto mayor sea la cantidad de materia orgánica en una muestra de agua, más microorganismos transportadores de oxígeno se necesitarán para oxidarla o descomponerla (7). Por tanto, la DBO_5 es un indicador apropiado para determinar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

De acuerdo a los resultados la diferencia en promedio de DBO_5 entre el afluente y efluente es de 115 mg/L de la planta de purificación, siendo eficiente el sistema de filtro biológico de carbón vegetal utilizado para la extracción de materia orgánica en el tratamiento de aguas residuales de Yauli – Huancavelica, permitiendo la descarga del efluente dentro de los límites máximos

permisibles al río Yauli para su posterior utilización en la agricultura, entre otros sectores.

El uso del carbón vegetal en el filtro biológico es importante y eficiente para disminuir la cantidad de materia orgánica del agua residual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de Yauli – Huancavelica. Al pasar por los filtros biológicos, se presentó un buen nivel de calidad con una eficiencia alta, de acuerdo con la norma *Efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales*, según el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM-PERU.

Al mejorar la calidad del nivel de la demanda bioquímica de oxígeno del proceso de los filtros biológicos de la planta de tratamiento de agua residual municipal, mejora la calidad del agua para la conservación hídrica en beneficio de la biodiversidad del río Yauli y, también mejora el proceso de eficiencia de nivel de materia orgánica del efluente.

CONCLUSIONES

Se identificó el nivel de calidad aceptable (70 mg/L) de DBO_5 en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de Yauli – Huancavelica; por tanto, los parámetros se ajustan al límite máximo permisible, según el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM-PERU. Con ello, se comprueba que el filtro biológico vegetal cumple con disminuir la carga orgánica del efluente en el proceso de tratamiento.

Por tanto, se determinó el nivel de la calidad de la demanda bioquímica de oxígeno en el proceso de los filtros biológicos, presentando bajo nivel de contenido de carga orgánica;

en consecuencia, la disminución de carga orgánica del efluente tiene efectos positivos en la biodiversidad del río Yauli y estas aguas tratadas pueden ser utilizadas en la agricultura, piscicultura e industria.

CONFLICTO DE INTERESES. En el presente trabajo no existe conflicto de interés, al utilizar un filtro biológico vegetal proveído por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de Yauli – Huancavelica, donde brindaron la libertad y facilidad para realizar el estudio, sin ninguna condición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización de las Naciones Unidas. Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible. Departamento de asuntos económicos y sociales. Programa 21: Capítulo 18 [Internet]. Mar de la plata: ONU; 2000 [Consultado 10 de enero del 2023]. Disponible en: [HYPERLINK https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter18.htm](https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter18.htm)
2. Pillapa YE, Córdova Suárez MA, Cabrera Valle DA. Estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en aguas residuales de las empresas de jeans de la ciudad de Pelileo utilizando redes neuronales artificiales. *Conciencia Digital*. 2022 agosto; 5(3). <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34978>
3. Giraldez WL. Caracterización de las Aguas Residuales en el Efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Yauli-Huancavelica. *Universidad Nacional de Huancavelica*. 2020 diciembre; 1(100). <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3317>
4. Rojas R. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Curso Internacional Gestión Integral de tratamiento de aguas residuales del 25 al 27 de setiembre de 2002. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. 2002. <https://docplayer.es/11882686-Conferencia-sistemas-de-tratamiento-de-aguas-residuales.html>
5. Garzón MA, Buelna G, Moeller GE. La biofiltración sobre materiales orgánicos, nuevas tecnologías para planta de tratamiento de aguas residuales e industrial. *Tecnología y ciencia del agua*. 2012 setiembre; 111(3): 1-9. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000300011
6. Méndez C, Dueñas J. Los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales desde una visión no convencional. *Ing. Hidráulica y Ambiental*. 2018; 39(3):97-107 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1680-03382018000300097&lng=es&nrm=iso
7. Raffo E, Ruiz E. Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*. 2014; 17(1): p. 71-80. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>