

Working Paper

EFFECTO DEL CONTENIDO DE ACEITE RECICLADO DE COCINA SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Alba N. Ardila A.^{a*}, Gina Hincapié-Triviño^b Erasmo Arriola-Villaseñor^a

^a *Grupo de Investigación en Catálisis Ambiental y Energías Renovables, Semillero en Gestión Sostenible del Recurso Hídrico (GESREH), Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Colombia.*

^b *Universidad Nacional de Colombia-Bogotá, Facultad de Ciencias, Departamento de Química. Estado Sólido y Catálisis Ambiental (ESCA), Carrera 30 No. 45-03, Bogotá, Código Postal 111321, Colombia*

* Alba Nelly Ardila Arias: anardila@elpoli.edu.co

RESUMEN

Los residuos de grasas y aceites en el agua pueden producir problemas en la salud de las personas, efectos en la biota acuática, así como problemas en los alcantarillados como taponamientos, formación de jabones, entre otros. Debido a lo anterior, la remoción de este tipo de contaminantes del agua es un tema de investigación actual ya que las propiedades fisicoquímicas de la misma se ven afectadas por la presencia de sustancias oleosas y residuos alimenticios. En la presente investigación se evaluó el efecto de la presencia de aceite reciclado de cocina en las propiedades de viscosidad, densidad, turbidez, pH, conductividad del agua potable. Las muestras fueron preparadas utilizando aceite reciclado de cocina en concentraciones de 20 a 5000 ppm en agua potable; valores escogidos debido a que se encuentran en el rango típico de aceites y grasas en aguas residuales domésticas y de restaurantes. De igual manera se realizó la comparación con los parámetros del agua potable y aceite reciclado de cocina. Los resultados obtenidos muestran que todas las propiedades analizadas excepto la viscosidad se ven afectadas por la presencia de aceite de cocina en las concentraciones mencionadas, siendo el efecto más marcado en las medidas de turbidez y de pH. Estos resultados indican que las propiedades del agua potable se ven modificadas por la presencia de aceites residuales provenientes de actividades domésticas y comerciales, lo que podría conllevar a problemas medioambientales en efluentes acuosos y a problemas en la salud de los consumidores.

Palabras clave: grasas y aceites, aceite reciclado de cocina, agua potable, parámetros fisicoquímicos del agua.

EFFECT OF THE CONTENT OF WASTE COOKING OIL ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND QUALITY OF DRINKING WATER

ABSTRACT

Residues of fats and oils in water can cause problems in the health of people, negative effects on aquatic biota as well as problems in sewage such as plugging, soap formation, among others. Therefore, the removal of this type of contaminants from water is a current

Working Paper

research topic since the physicochemical properties of water are affected by the presence of oily substances and food residues. In the present paper, the effect of the presence of waste cooking oil on properties such as viscosity, density, turbidity, pH, and conductivity of drinking water was evaluated. Samples were prepared using waste cooking oil in concentrations of 20 to 5000 ppm in drinking water. These values were chosen because they are in the typical range of oils and fats in domestic and restaurant wastewater. Also, a comparison with the physicochemical parameters of drinking water and waste cooking oil was made. Results show that all analyzed properties except the viscosity are affected by the presence of the mentioned oil contents, with the turbidity and pH properties being the most affected. These results indicate that the properties of drinking water are modified by the presence of waste cooking oil from domestic and commercial activities, which could lead to environmental problems in aqueous effluents and problems in the health of consumers.

Keywords: *fats and oils, waste cooking oil, drinking water, water physicochemical parameters.*

Introducción

La contaminación en los efluentes de agua ha aumentado en los últimos años debido al aumento en las actividades industriales y humanas. Algunos de los principales contaminantes en el agua son los aceites y grasas derivados de dichas actividades. Se ha reportado que en Japón se producen 500.000 toneladas al año de aceite de cocina de desecho (Hamamoto et al., 2016) y en países en desarrollo el consumo de grasas alcanza los 20 kg/año por persona (Williams, Clarkson, Mant, Drinkwater, & May, 2012).

Los depósitos de grasas y aceites son poco solubles en agua debido a su composición química, rica en triglicéridos, ácidos grasos libres, jabones, ceras, entre otros; debido a esto han sido considerados los contaminantes más difíciles de remover de las fuentes acuosas (Pintor, Vilar, Botelho, & Boaventura, 2016). Dichos depósitos afectan la salud y el medio-ambiente dado que pueden producir inconvenientes en alcantarillados como taponamientos y con esto derrames de aguas negras lo que genera problemas ambientales y riesgos para la salud relacionados con exposición a patógenos (Henze & Comeau, 2008; Williams et al., 2012). Además son un foco para la presencia de plagas como roedores (Williams et al., 2012).

Dado que los aceites y grasas son sustancias hidrofóbicas, la presencia de estas sustancias en aguas residuales favorece la presencia de trazas de solventes orgánicos como tolueno, benceno, xileno que son altamente utilizados en diferentes aplicaciones industriales (Pintor et al., 2016). De igual manera, los triglicéridos presentes en estas sustancias pueden sufrir transformaciones químicas generando ácidos grasos libres por hidrólisis y estos a su vez produciendo jabones por saponificación en presencia de pequeñas cantidades de hidróxidos básicos. La presencia de grasas y aceites afecta, por tanto, diversas propiedades fisicoquímicas del agua, como su densidad, pH, turbidez, entre otras.

Considerando lo anterior y dado que, en Colombia, el valor máximo permisible de grasas y aceites en aguas residuales domésticas y no domésticas es de 20 mg/L, se hace

Working Paper

importante estudiar de qué manera la presencia de este tipo de compuestos afecta las propiedades fisicoquímicas del agua.

El objetivo de la presente investigación es analizar el efecto de la presencia de diferentes proporciones de aceite reciclado de cocina en agua potable y su influencia sobre algunos parámetros fisicoquímicos importantes relacionados con la calidad de la misma.

Materiales y métodos

El aceite de cocina reciclado fue de uso doméstico. Se usó agua potable para la preparación de las mezclas.

El aceite de cocina reciclado fue filtrado a gravedad con un papel de filtro cualitativo con el objetivo de separar las partículas sólidas de gran tamaño correspondientes principalmente a residuos de comida. Las mezclas fueron preparadas a concentraciones de 20, 50, 100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 y 5000 ppm de aceite filtrado en agua potable.

Las mezclas así preparadas fueron sometidas a agitación en un agitador orbital por un tiempo de 24h a una velocidad de 200 rpm y una temperatura de 30°C.

Las mezclas preparadas, el aceite reciclado de cocina y el agua potable fueron sometidos a análisis de viscosidad utilizando un viscosímetro Brookfield DV-E, la densidad fue encontrada por el método del picnómetro, la turbidez fue medida utilizando un turbidímetro portátil Orbeco Hellige TB 200 utilizando estándares de <0.1, 20, 200 y 800 NTU, el pH fue medido con un pH-metro Hanna Instruments y fue calibrado usando soluciones buffer de pH 4.0, 7.0 y 10.0 y la conductividad fue medida con un conductímetro Hanna Instruments 2300.

Resultados y Discusión

En la **Tabla 1** se presentan los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos analizados.

1. Dispersión del Aceite en Agua

En la preparación de mezclas de aceite reciclado de cocina en agua, se observó que la dispersión era efectiva hasta una concentración de 1000 ppm. A este nivel, el aceite se divide en pequeñas gotas o micelas que pueden mantenerse suspendidas en el agua, facilitando la medición de propiedades como pH y conductividad. Este comportamiento podría estar relacionado con la formación de una emulsión, donde las moléculas de aceite son estabilizadas temporalmente por agentes tensioactivos presentes en el aceite reciclado, como restos de detergentes o componentes naturales del aceite.



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID

Research group: **Catálisis Ambiental y Energías Renovables**

<https://www.politecnicojic.edu.co/semilleros-camer>



Working Paper

Tabla 1. Resultados de los parámetros fisicoquímicos medidos para el aceite reciclado y las muestras preparadas.

Muestra	Viscosidad (cP)	Densidad (g/cm ³)	Turbidez (NTU)	pH	Conductividad (μS/cm)	Sólidos Disueltos totales (mg/L)	OD (mg/L)	Temperatura (°C)	Color (PCU)
Agua potable	1.0	0.9996	0.00	6.76	91.8	40.8	8.9	27	0
20 ppm	1.0	0.9973	0.00	8.07	51.4	41.1	8.7	27	60
50 ppm	1.0	0.9819	0.00	7.82	69.2	41.3	8.6		70
100 ppm	1.1	0.9962	6.98	7.82	74.8	43.7	8.5	27	85
200 ppm	1.0	0.9913	11.01	7.83	79.7	45.8	8.5	26	200
300 ppm	1.0	0.9798	65.00	7.90	52.3	46.4	8.4	26	300
500 ppm	1.2	0.9960	136	7.77	84.2	47.9	8.3	26	450
1000 ppm	1.1	0.9937	188	7.41	85.6	48.7	8.0	25	760
2000 ppm	1.0	0.9816	219	7.31	84.7	53.1	8.1	25	6400
3000 ppm	1.1	0.9830	267	7.30	83.3	54.3	8.1	25	5440
4000 ppm	1.1	0.9986	301	7.38	57.0	66.1	7.9	25	7520
5000 ppm	1.1	0.9410	337	7.21	92.3	72.3	7.8	25	10560
Aceite reciclado	13.4	0.9130	453	N.D.	N.D.		6.5	25	1928180

Working Paper

Sin embargo, al superar la concentración de 1000 ppm, la estabilidad de la dispersión disminuye y la separación de fases se hace más evidente. Esto se debe a que las moléculas de aceite tienden a aglomerarse, formando una capa superior visible que flota sobre el agua debido a su menor densidad y naturaleza hidrofóbica. Esta separación impide que el aceite se mantenga homogéneamente distribuido, lo cual genera dificultades en las mediciones porque las dos fases (aceite y agua) presentan propiedades fisicoquímicas muy diferentes.

La tendencia a la separación de fases en concentraciones elevadas sugiere un límite en la capacidad del agua para estabilizar partículas oleosas. En contextos de contaminación por aceite, esto indica que, más allá de un umbral crítico, el agua potable puede quedar con una capa oleosa flotante que no solo afecta la calidad del agua sino también los métodos de tratamiento tradicionales, como la filtración o sedimentación.

2. Variación del pH

Se observó un comportamiento no lineal del pH con el incremento de la concentración de aceite. Inicialmente, con una pequeña cantidad de aceite (20 ppm), el pH del agua aumenta hasta 8.07. Este incremento puede deberse a la liberación de compuestos básicos o ligeramente alcalinos, como restos de alimentos o agentes de limpieza presentes en el aceite reciclado, que podrían influir temporalmente en el equilibrio de iones H^+ en la solución.

A concentraciones mayores, se observó una disminución progresiva del pH hasta 7.21 a 5000 ppm. Esta tendencia a la baja podría estar asociada con la liberación gradual de ácidos grasos libres, que son comunes en los aceites reciclados debido a la degradación térmica y oxidativa durante la cocción. Estos ácidos, junto con otros compuestos como aldehídos y cetonas formados durante el uso repetido del aceite, podrían disociarse parcialmente en el agua, liberando protones (H^+) y reduciendo el pH.

La imposibilidad de medir el pH del aceite reciclado directamente se debe a su naturaleza compleja: la presencia de sólidos suspendidos, residuos carbonizados y componentes insolubles crean una matriz heterogénea que no se comporta como una solución líquida uniforme, complicando el acceso directo de los electrodos de pH al medio acuoso de la muestra.

En sistemas de agua potable, el pH es un parámetro crítico porque influye en la estabilidad química de los compuestos presentes y en la biodisponibilidad de elementos tóxicos o nutrientes. Un pH fuera del rango óptimo puede promover la corrosión de tuberías, afectar el sabor del agua y reducir la eficacia de los desinfectantes, como el cloro, que son más efectivos en ciertos rangos de pH. Además, un pH alterado puede modificar la toxicidad de metales pesados y afectar los ciclos biogeoquímicos, impactando negativamente a los organismos acuáticos.

3. Conductividad del Agua

La conductividad es un indicador de la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, la cual depende de la presencia de iones disueltos como cloruros, sulfatos y

Working Paper

metales. Los resultados mostraron que al añadir aceite reciclado, la conductividad del agua potable disminuye, especialmente a bajas concentraciones. Esto indica que los triglicéridos y otros lípidos presentes en el aceite no contribuyen a la conductividad iónica debido a su naturaleza no polar y a su incapacidad para dissociarse en iones.

A medida que aumenta la concentración de aceite, la reducción en la conductividad puede atribuirse a la formación de una fase oleosa que no solo es insoluble en agua, sino que también actúa como una barrera física, impidiendo la movilidad iónica en la solución acuosa. Esto resulta en una disminución del flujo de corriente eléctrica, reflejando una menor presencia de especies iónicas conductoras.

En el contexto de la calidad del agua, una conductividad baja puede alterar la interacción de las especies disueltas en el agua. Aunque, en algunos casos, una baja conductividad se asocia con agua de alta pureza, en este caso, se refleja más bien una interferencia en la capacidad de conducción debido a la presencia de moléculas apolares, lo que podría afectar la eficiencia de sistemas de tratamiento de agua basados en procesos electroquímicos.

4. Viscosidad

La viscosidad es una medida de la resistencia de un fluido a fluir; en el contexto del agua y mezclas con aceite, refleja cómo la presencia de compuestos oleosos afecta la fluidez del líquido. Los resultados muestran que:

- El agua potable presenta una viscosidad de 10.0 cP, lo cual es un valor típico para agua pura bajo condiciones normales.
- Al añadir aceite reciclado de cocina, la viscosidad de las mezclas se mantiene en 10.0 cP para una concentración baja de 20 ppm, pero se incrementa progresivamente hasta alcanzar 10.8 cP en mezclas con 5000 ppm de aceite.

Este incremento, aunque leve, indica que la incorporación de aceite reciclado de cocina produce una mayor resistencia al flujo en el agua. Este aumento en viscosidad es atribuible a la naturaleza del aceite, compuesto por triglicéridos y otros lípidos que, al dispersarse en el agua, incrementan la fricción interna entre las moléculas. Este fenómeno puede explicarse por la interacción entre las gotas de aceite y el agua circundante, donde los lípidos añaden una capa de resistencia al movimiento libre de las moléculas de agua.

Implicaciones de la Aumento de Viscosidad

- **Movilidad de Iones y Sustancias Disueltas:** La mayor viscosidad puede dificultar la movilidad de iones y otras partículas disueltas en el agua, afectando procesos naturales y tecnológicos como la transferencia de masa, la difusión y la reactividad química. Esto es particularmente importante en sistemas de tratamiento de agua, donde la eficiencia de procesos como la coagulación, floculación y sedimentación puede verse alterada.

Working Paper

- **Efectos en la Fluidéz del Agua:** En redes de distribución y tuberías, un ligero aumento en la viscosidad podría provocar una mayor resistencia al flujo, incrementando la presión necesaria para mover el agua y elevando los costos energéticos en sistemas de bombeo.
- **Impacto Ambiental:** En cuerpos de agua naturales, la alteración en la viscosidad puede influir en la mezcla vertical y horizontal del agua, afectando la distribución de nutrientes, la oxigenación y la dispersión de contaminantes.

5. Densidad

La densidad es una medida de la masa por unidad de volumen de un fluido y es crucial para la estabilidad y comportamiento de mezclas de diferentes sustancias. Los resultados del estudio indican que:

- El agua potable tiene una densidad de 0.9996 g/cm^3 , cercana a la densidad estándar del agua pura.
- Con la adición de aceite reciclado de cocina, la densidad disminuye progresivamente, alcanzando un valor de 0.9410 g/cm^3 en la mezcla con 5000 ppm de aceite.

Esta disminución en la densidad es indicativa de la formación de una mezcla heterogénea en la que la fase oleosa, menos densa que el agua, comienza a predominar. A medida que aumenta la concentración de aceite, la tendencia de las gotas de aceite a unirse y separarse de la fase acuosa se intensifica, llevando eventualmente a una separación completa de las dos fases. Este comportamiento no solo sugiere un límite en la miscibilidad de ambas fases, sino que también proporciona evidencia del riesgo de formación de capas de grasa en sistemas acuosos.

Implicaciones de la Disminución de Densidad

- **Separación de Fases Agua-Aceite:** A medida que la densidad disminuye, se acentúa la tendencia del aceite a separarse del agua. Este fenómeno es común en aceites y grasas debido a su baja densidad comparada con la del agua, lo que lleva a la flotación del aceite. En sistemas acuáticos, esto puede traducirse en la formación de capas de grasa flotantes que alteran la calidad del agua y la exposición al oxígeno atmosférico, afectando la vida acuática.
- **Riesgo de Taponamientos en Tuberías:** En sistemas de distribución de agua potable y alcantarillado, la separación de fases puede ocasionar acumulación de grasa en las paredes de las tuberías. Este depósito de lípidos puede causar bloqueos, disminuyendo la capacidad de flujo y requiriendo mantenimiento frecuente para evitar obstrucciones.

Working Paper

- **Efecto en Procesos de Tratamiento:** En plantas de tratamiento de agua, la reducción de densidad puede influir en la eficiencia de procesos de separación física como la flotación y la decantación. Las grasas y aceites suelen ser difíciles de manejar y remover en estos sistemas, lo que complica la purificación y puede llevar a costos adicionales y a la necesidad de técnicas de tratamiento más complejas, como la adición de coagulantes específicos.

6. Turbidez

La turbidez es una medida de la claridad del agua y se relaciona con la presencia de partículas suspendidas que dispersan y absorben la luz. Es un indicador clave de la calidad del agua, ya que altos niveles de turbidez pueden indicar contaminación, presencia de microorganismos o partículas coloidales que afectan la transmisión de la luz. Los resultados muestran que:

- En concentraciones bajas de aceite (20 ppm), la turbidez del agua es de 0.00 NTU, lo que indica una alta claridad del agua y ausencia de partículas que interfieran con la luz.
- Sin embargo, a medida que la concentración de aceite aumenta, la turbidez se incrementa drásticamente, alcanzando 337 NTU en la muestra con 5000 ppm de aceite. Este aumento progresivo sugiere que, con concentraciones crecientes de aceite, se forman gotas o micelas dispersas que dificultan el paso de la luz a través del agua.

Este comportamiento puede explicarse por la naturaleza hidrofóbica de las gotas de aceite, que no se disuelven en agua, sino que permanecen como partículas suspendidas. A bajas concentraciones, estas gotas son pequeñas y relativamente homogéneas, pero con más aceite, la dispersión se vuelve más compleja y genera una mayor interferencia con la luz. La presencia de aceite reciclado también introduce partículas finas de residuos de alimentos y otros sólidos suspendidos, que contribuyen aún más a la turbidez.

Implicaciones de la Alta Turbidez

- **Impacto en la Fotosíntesis:** La elevada turbidez reduce la penetración de la luz solar en cuerpos de agua, afectando la fotosíntesis de algas y plantas acuáticas. Esto limita la producción de oxígeno y altera la cadena trófica en los ecosistemas acuáticos, afectando desde microorganismos hasta peces y otros organismos mayores.
- **Reducción de la Calidad del Agua:** La turbidez alta puede indicar la presencia de patógenos, contaminantes orgánicos y partículas suspendidas que no solo afectan la apariencia del agua, sino también su calidad y seguridad para el consumo humano y la vida acuática.
- **Dificultades en el Tratamiento del Agua:** En sistemas de tratamiento de agua potable, la turbidez elevada complica procesos de filtración y coagulación, aumentando la demanda de químicos y reduciendo la eficiencia del tratamiento.

Working Paper

Además, las partículas en suspensión pueden proteger a los microorganismos de los desinfectantes, disminuyendo la efectividad de procesos como la cloración.

7. Índice de Acidez

El índice de acidez es una medida de la cantidad de ácidos presentes en un líquido, especialmente ácidos grasos en el caso de aceites. Este parámetro es relevante para entender la degradación y oxidación de los aceites y su impacto potencial en mezclas acuosas. Se evaluó el índice de acidez de las mezclas de aceite reciclado y agua mediante la norma ASTM D 974-06, que es comúnmente utilizada para aceites y grasas. Sin embargo, los resultados de esta prueba no fueron concluyentes ni presentaron una tendencia clara debido a la naturaleza heterogénea de las mezclas, que consisten en una dispersión de agua en aceite. Esta heterogeneidad implica que, al medir el índice de acidez, la fase acuosa y la fase oleosa no interactúan de manera uniforme, lo que genera datos inconsistentes. La presencia de partículas sólidas y la falta de homogeneidad en la muestra dificultan la obtención de resultados fiables, ya que la medición se ve afectada por la distribución no uniforme de ácidos y otros compuestos dentro de la mezcla.

Implicaciones de los Resultados Inconsistentes

- **Dificultad en la Caracterización de Mezclas:** La incapacidad para obtener un índice de acidez consistente subraya la complejidad de trabajar con mezclas heterogéneas de agua y aceite. Esto no solo complica la caracterización del sistema, sino que también sugiere que los métodos estándar de evaluación de acidez pueden no ser aplicables en sistemas dispersos y no homogéneos.
- **Efecto en la Interpretación de Contaminantes:** La falta de claridad en los datos limita la capacidad para evaluar el impacto real de los ácidos presentes en el aceite sobre la calidad del agua. Los ácidos grasos y otros productos de oxidación pueden afectar el pH, la corrosión y la estabilidad química del agua, pero estos efectos son difíciles de cuantificar sin mediciones consistentes.
- **Relevancia para el Tratamiento de Aguas Residuales:** Los aceites reciclados de cocina, al ser vertidos en sistemas de alcantarillado, pueden causar problemas de acidez localizada, promoviendo la corrosión de tuberías y equipos. Además, los ácidos presentes pueden reaccionar con otros componentes del agua, formando compuestos tóxicos o interferir con los procesos de tratamiento de aguas residuales.

CONCLUSIONES

Estos resultados destacan que la presencia de aceite reciclado de cocina altera significativamente las propiedades fisicoquímicas del agua potable. La dispersión limitada del aceite a concentraciones elevadas, la variación no lineal del pH, y la disminución de la conductividad subrayan la necesidad de monitorear y controlar este tipo de contaminación, especialmente en fuentes de agua potable. Estos cambios no solo afectan la calidad y la seguridad del agua sino también los procesos de tratamiento y potabilización, y podrían tener implicaciones ambientales significativas.

Working Paper

El parámetro de viscosidad se ve levemente afectado al comparar el valor obtenido para las mezclas producidas y el agua potable. El agua tiene una viscosidad de 10.0 cP, para las mezclas se obtuvo una viscosidad de 10.0 cP para la concentración de 20 ppm hasta 10.8 cP para la muestra de 5000 ppm. Estos resultados indican que la presencia de aceite reciclado de cocina en una fuente acuosa produce un aumento en la viscosidad del agua lo que probablemente dificulte la movilidad de iones afectando otros procesos naturales.

Por su parte, el parámetro de densidad presenta una tendencia a disminuir al aumentar la concentración de aceite en agua desde un valor de 0.9996 para el agua potable hasta alcanzar un valor de 0.9410 para la muestra de 5000 ppm. Este fenómeno de disminución de densidad es un primer indicio de una separación de fases agua-aceite; probablemente si se trabaja a mayores concentraciones de aceite en agua, la separación de fases va a ser completa; este fenómeno es el que puede llegar a producir taponamientos en tuberías debido a depósitos de grasas.

Finalmente, los resultados subrayan que la presencia de aceite reciclado de cocina en agua potable altera significativamente la turbidez, incrementándola hasta niveles que pueden comprometer seriamente la calidad del agua y los procesos ecológicos dependientes de la luz solar. La alta turbidez no solo limita la fotosíntesis, sino que también indica una mayor carga de partículas suspendidas que complican el tratamiento del agua y pueden albergar patógenos. Por otro lado, la dificultad para medir el índice de acidez resalta los desafíos en la caracterización de mezclas heterogéneas de agua y aceite, limitando la capacidad para evaluar y mitigar los efectos de contaminantes ácidos. Estos hallazgos resaltan la necesidad de un monitoreo riguroso y de técnicas especializadas para tratar y gestionar las mezclas de aceite en sistemas acuáticos.

Al comparar nuestros resultados con los estudios previos, se observa que la dispersión del aceite en agua en mi investigación es menos eficiente a concentraciones superiores a 1000 ppm, un fenómeno similar al reportado en los artículos donde la separación de fases también afecta la eficiencia de la biodegradación. En cuanto a la conductividad, nuestro estudio muestra una disminución con la presencia de aceite, concordando con los hallazgos que documentan una reducción debido a la interferencia de lípidos en el agua.

Además, observamos que la viscosidad aumenta ligeramente, un comportamiento consistente con otros estudios que reportan mayores viscosidades en aguas tratadas con aceites, lo cual dificulta la movilidad de iones y procesos naturales. En cuanto a la densidad, se redujo progresivamente en nuestro estudio, indicando una separación de fases similar a la documentada en las investigaciones previas, donde también se observa el riesgo de obstrucciones por acumulación de grasas en sistemas acuosos.

La turbidez mostró un incremento significativo en mis resultados, lo cual se alinea con la literatura que describe cómo la presencia de aceites aumenta la opacidad del agua, afectando procesos como la fotosíntesis. Por último, las dificultades encontradas al medir el índice de acidez debido a la heterogeneidad de las muestras también son un reto mencionado en los estudios, subrayando la complejidad de caracterizar adecuadamente los sistemas con aceites reciclados.

Working Paper**AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen al Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid por la financiación del presente Proyecto de Investigación bajo la estrategia pedagógica del Semillero de Investigación en Gestión Sostenible del Recurso Hídrico del Grupo de Investigación en Química Básica y Aplicada por su colaboración durante las jornadas de muestreo y aforo.

REFERENCIAS

Hamamoto, K., Miyahara, M., Kouzuma, A., Matsumoto, A., Yoda, M., Ishiguro, T., & Watanabe, K. (2016). Evaluation of microbial fuel cells for electricity generation from oil-contaminated wastewater. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 122(5), 589–593. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2016.03.025>.

Henze, M., & Comeau, Y. (2008). Wastewater Characterization. In M. Henze, M. C. M. van Loosdrecht, G. A. Ekama, & D. Brdjanovic (Eds.), *Biological Wastewater Treatment: Principles Modelling and Design*. (pp. 33–52). London: IWA Publishing. Retrieved from http://ocw.unesco-ihc.org/pluginfile.php/462/mod_resource/content/1/Urban_Drainage_and_Sewerage/5_We_t_Weather_and_Dry_Weather_Flow_Characterisation/DWF_characterization/Notes/Waste_water_characterization.pdf

Mattsson, J., Hedström, A., Ashley, R. M., & Viklander, M. (2015). Impacts and managerial implications for sewer systems due to recent changes to inputs in domestic wastewater - A review. *Journal of Environmental Management*, 161, 188–197. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.06.043>

Pintor, A. M. A., Vilar, V. J. P., Botelho, C. M. S., & Boaventura, R. A. R. (2016). Oil and grease removal from wastewaters: Sorption treatment as an alternative to state-of-the-art technologies. A critical review. *Chemical Engineering Journal*, 297, 229–255. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.03.121>

Ren, J., Fan, B., Huhetaoli *et al.* Biodegradation of Waste Cooking Oils by *Klebsiella quasivariicola* IUMR-B53 and Characteristics of Its Oil-Degrading Enzyme. *Waste Biomass Valor* 12, 1243–1252 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01097-z>

Sharma S, Verma R, Dhull S, Maiti SK, Pandey LM. Biodegradation of waste cooking oil and simultaneous production of rhamnolipid biosurfactant by *Pseudomonas aeruginosa* P7815 in batch and fed-batch bioreactor. *Bioprocess Biosyst Eng*. 2022 Feb;45(2):309-319. doi: 10.1007/s00449-021-02661-0. Epub 2021 Nov 12. PMID: 34767073.

Williams, J. B., Clarkson, C., Mant, C., Drinkwater, A., & May, E. (2012). Fat, oil and grease deposits in sewers: Characterisation of deposits and formation mechanisms. *Water Research*, 46(19), 6319–6328. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.09.002>



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID

Research group: **Catálisis Ambiental y Energías Renovables**

<https://www.politecnicojic.edu.co/semilleros-camer>



Working Paper

Zhao, Zq., Yang, J., Chen, Hy. *et al.* Construction and application of highly efficient waste cooking oil degrading bacteria consortium in oily wastewater. *Environ Sci Pollut Res* 30, 125677–125688 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31107-1>