



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Evaluación del funcionamiento de un prototipo de electrofloculación para el tratamiento de agua residual proveniente de procesos de biodigestión y biocompostaje.

Authors: ALFONSO-ALVAREZ, Juan Antonio, MONTAÑO-SOTO, Myriam Tatiana, EATON-GONZÁLEZ, Bernardino Ricardo y VÉLIZ-ZAMORANO, Ana Karina.

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2019-287
BCIERMMI Classification (2019): 241019-287

Pages: 14
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Evaluación del funcionamiento de un prototipo de electrofloculación para el tratamiento de agua residual proveniente de procesos de biodigestión y biocompostaje.

AUTORES:

ALFONSO ALVAREZ, Juan Antonio
MONTAÑO SOTO Myriam Tatiana
EATON GONZÁLEZ Bernardino Ricardo
VÉLIZ ZAMORANO Ana Karina

CORREO ELECTRÓNICO:

juan.alfonso@uttijuana.edu.mx

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TIJUANA

En los últimos años el Gobierno del Estado de Baja California ha promovido la recolección de grasas y aceites residuales provenientes de la industria restaurantera, para evitar el problema ocasionado por descargas no controladas de agua con un alto contenido de grasas y aceites, que trae como consecuencia el taponamiento del sistema de drenaje y una baja eficiencia en el sistema de tratamiento de agua residuales de la ciudad de Tijuana, Baja California, en donde se cuenta con infraestructura para tratar el 100% del agua residual.

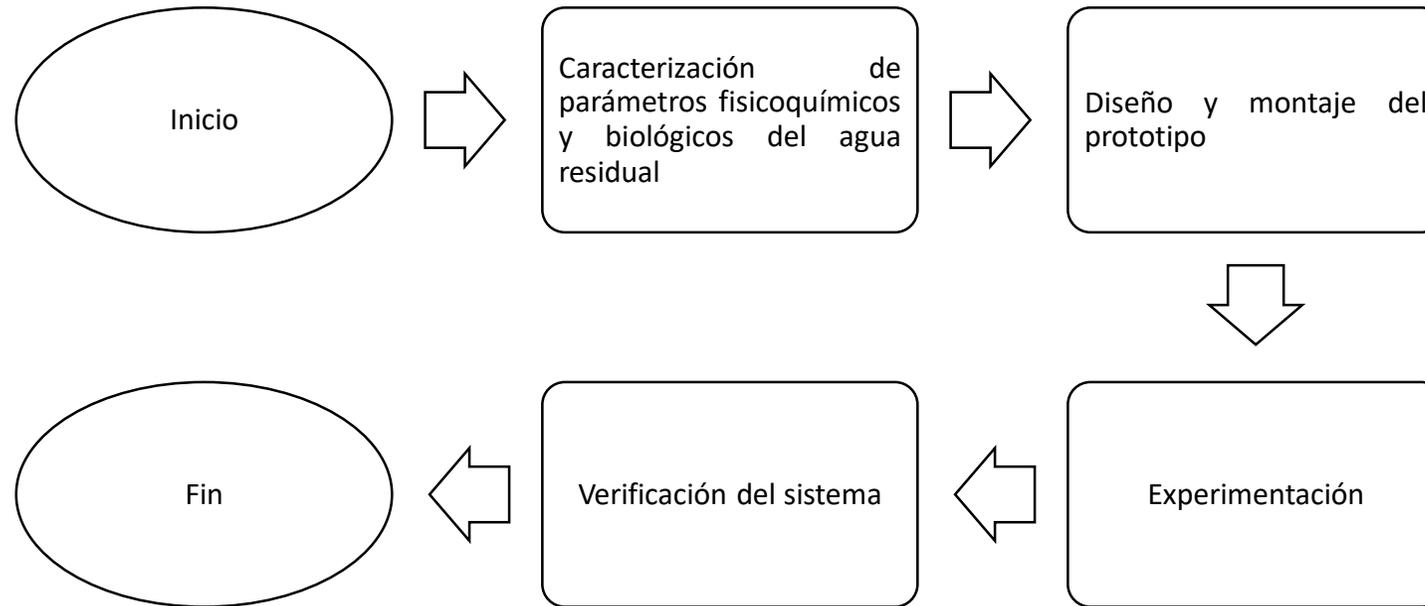
Derivado de dichas medidas los restaurantes y negocios dedicados a la producción de alimentos deben contar con trampas de grasas y aceites, con la finalidad de recolectar la mayor cantidad posible de este residuo

- La recolección de residuos provenientes de trampas de grasas y aceites es que debido a su naturaleza química, el residuo se considera peligroso y no puede ser dispuesto directamente en el suelo.
- Los residuos deben ser confinamiento, generando altos costos a las empresas dedicadas a su recolección. Lo anterior motivó a una empresa ubicada en la región, dedicada a la recolección de lodos, a instalar un sistema de centrifugado horizontal para la extracción de aceite, generando un lodo con 5% de grasa y aceite, el cual posteriormente se envía a un proceso de biodigestión y lombricompostaje para la obtención de humus sólido y líquido, este sistema genera aguas residuales con alta carga orgánica que requieren de un tratamiento antes de su descarga a la red municipal de alcantarillado de la Ciudad.

OBJETIVO

Elaborar un prototipo experimental de electrofloculación para verificar su efectividad en el tratamiento de agua residual (TAR) con alto contenido de materia orgánica (MO) y bacterias patógenas.

Diagrama 1. Metodología implementada



Fuente: Del Autor

Caracterización de parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua residual.

Tabla 1. Parámetros analizados al agua residual

Parámetro	MÉTODO	Norma de referencia
pH	Potenciometría	NMX-AA-008-SCFI-2016
Conductividad Eléctrica	Potenciometría	NMX-AA-093-SCFI-2018
Grasas y Aceites	Extracción Soxhlet	NMX-AA-005-SCFI-2013
Sólidos Sedimentables	Cono Imhoff	NMX-AA-004-SCFI-2013
Nitrógeno Total	Kjeldahl	NMX-AA-026-SCFI-2010
Escherichia coli	Número Más Probable (NMP)	NMX-AA-042-SCFI-2015
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	Electrométrico	NMX-AA-028-SCFI-2001
Demanda Química de oxígeno (DQO)	Volumétrico	NMX-AA-030/1-SCFI-2012
Salmonella sp.	Preenriquecimiento	NOM-114 -SSA1-1994

Fuente: Del Autor

Montaje del prototipo de electrofloculación.

Consideraciones para el prototipo

- Volumen 1000 mL,
- Electrodo de aluminio (Vasudevan, 2012) de 40 cm³ cada uno en forma de placa.
- Distancia de 4 cm entre los electrodos (Ozyonar & Karagozoglu, 2011)
- Sistema integrado por una fuente de poder de la marca B&K PRECISION modelo 1672, con un rango de voltaje de 0 a 99V y rango de amperaje de 0 a 9.99 Ampere.

Experimentación

- 20 corridas experimentales.
- Ajustar el pH del agua a 4 con una solución ácido clorhídrico 1 M,
- Aplicar una intensidad de corriente de 8 Amperes y un voltaje de 34V durante 5 minutos.
- Tratamiento físico, que consistió en la filtración con carbón activado para la eliminación de color y malos olores.

Verificación del sistema.

Para verificar la efectividad del sistema de tratamiento, se procedió a determinar las características físicas, químicas y biológicas del agua tratada mediante el sistema de electrofloculación. Los parámetros considerados fueron los mismos que para el agua residual además se incluyeron la determinación de dureza, sólidos disueltos totales y sulfatos.

Para la determinación de dureza total se hizo referencia al método descrito en la Norma Mexicana (Norma Mexicana NMX-AA-072-SCFI-2001, 2001), que consiste en una valoración con disolución de EDTA 0.01 M, empleando un indicador negro de Eriocromo T, para la cuantificación de CaCO_3 , y la determinación de sulfatos mediante el método turbidimétrico (Norma Mexicana NMX-AA-074-SCFI-2014, 2015) para el que se utilizó un espectrofotómetro UV-VIS Agilent Technologies modelo Cary 60.

Caracterización de parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua residual

Tabla 2. Resultados de caracterización del agua residual

Parámetro	Valor promedio	Límite máximo permisible NOM-002-SEMARNAT-1996
pH	7.3	5.5 – 10
Conductividad Eléctrica (mS/m)	10.3	Sin Especificación
Grasas y Aceites (mg/L)	13	25
Sólidos Sedimentables (mL/L)	0.6	5
Nitrógeno Total (mg/L)	4.92	40
Escherichia Coli por cada 100 mL, NMP	210	Sin Especificación
DBO ₅ (mg/L)	500	150
DQO (mg/L)	883.2	Sin especificación
Salmonella/100 mL	Presencia	Sin Especificación

Fuente: NOM-002-SEMARNAT

Montaje del prototipo de electrofloculación

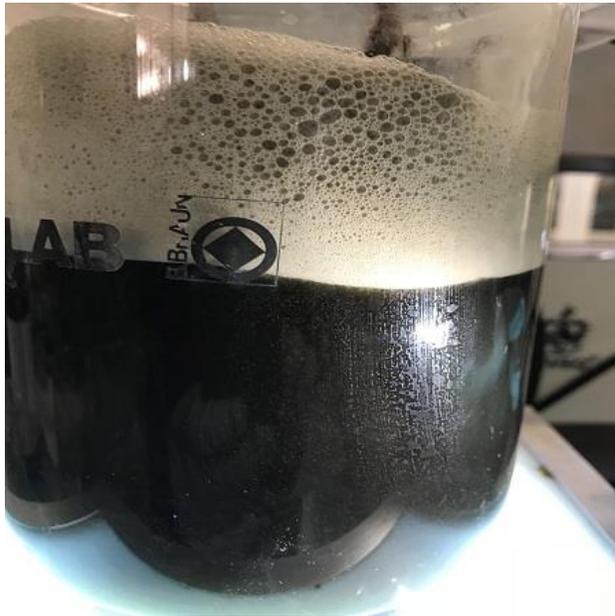
Figura 1. Componentes del sistema de electrofloculación



Fuente: Del Autor

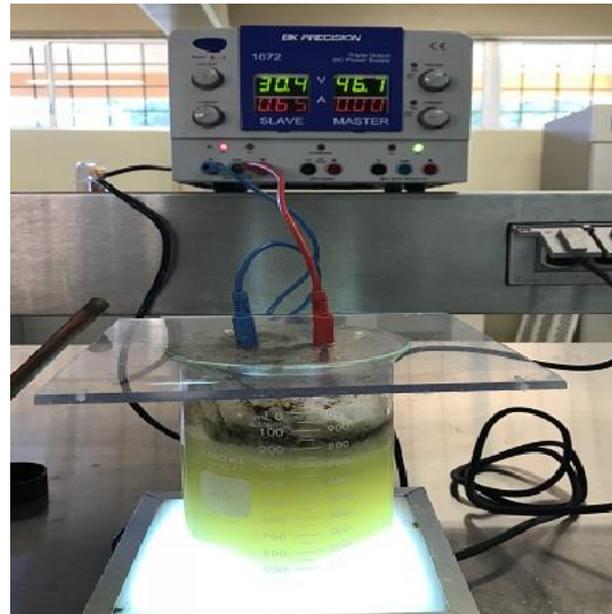
Experimentación

Figura 2. Espuma formada en el proceso



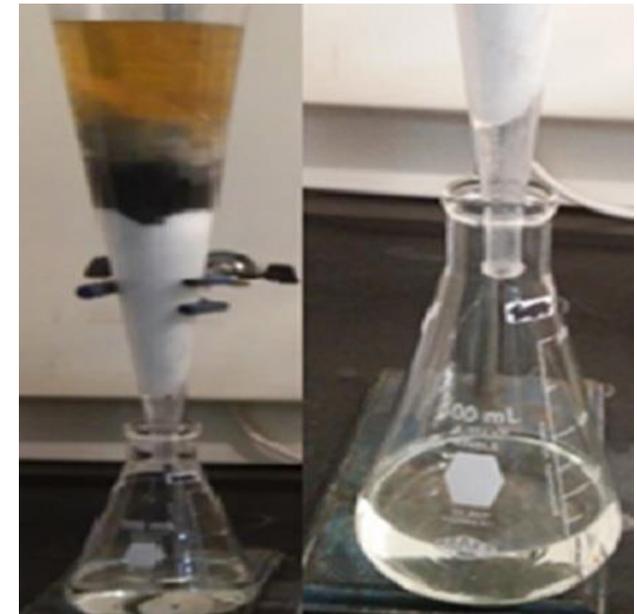
Fuente: Del Autor

Figura 3. Termina del proceso de electrofloculación.



Fuente: Del Autor

Figura 4. Apariencia final del agua residual tratada



Fuente: Del Autor

Verificación del funcionamiento del sistema.

Tabla 3. Resultados de la determinación de parámetros al agua residual tratada

Parámetro	Valor promedio	Límite máximo permisible NOM-002-SEMARNAT
pH	8.7	5.5 – 10
Conductividad Eléctrica (mS/m)	12.10	Sin Especificación
Grasas y Aceites (mg/L)	Ausencia	25
Sólidos Sedimentables (mL/L)	Ausencia	5
Nitrógeno Total (mg/L)	28	40
Escherichia Coli por cada 100 mL, NMP	93	Sin Especificación
DBO ₅ (mg/L)	150	150
DQO (mg/L)	201.6	Sin Especificación
Salmonella /100 mL	Presencia	Sin Especificación
Sólidos suspendidos totales (SST), mg/L	100	200 mg/L
Dureza (mg/L)	317	Sin Especificación
Sulfatos (mg/L)	946	Sin Especificación

Fuente: Del Autor

Mediante la implementación del sistema de electrofloculación, se logró el tratamiento del agua residual proveniente del digestor dando cumplimiento a un gran número de parámetros establecidos en la NOM-002-SEMARNAT-1996, el sistema de tratamiento demostró ser efectivo con una reducción mayor al 50% en la DQO y DBO₅.

Con respecto a los valores de *E. coli* se logró una reducción de más del 50%, con un valor final por debajo de 100 NMP, lo que representa una cuantificación 10 veces menor al límite máximo permisible (1000 NMP) establecido por la NOM-002-SEMARNAT-1996.

Derivado de la eficiencia del tratamiento aplicado los valores obtenidos de E.Coli dan cumplimiento con lo establecido en la NOM-003-SEMARNAT-1997 que indica un valor menor a 100 NMP de coliformes para uso directo. En este sentido el agua residual tratada a través de este método puede ser una alternativa para el reúso del recurso hídrico en zonas áridas del país, como es el caso de la ciudad de Tijuana que se caracteriza por una zona de escasa precipitación, con escasas fuentes de agua superficiales y subterráneas, siendo su única fuente de abastecimiento el agua proveniente del río Colorado (Navarro Chaparro, 2010).

- Aldeguer, A., Prats, D., & Seller, A. (2019). Electrocoagulación en Fangos secundarios en la EDAR de Novelda - Monforte Del Cid. Efectos Sobre la Digestión anaerobia. Orihuela: Universidad de Alicante.
- Arango Ruiz, A., & Garcés Giraldo, L. F. (2007). Diseño de una celda de electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales de la industria láctea. Revista Universidad EAFIT, 43(147), 56-67.
- Campos Pulido, R., López, A. A., Avalos, D. A., Hoyos, A. A., & Reta Mendiola, J. (2013). Caracterización fisicoquímica de un efluente salobre de tilapia en acuaponía. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas(5), 939-950.
- Chen, G. (2004). Electrochemical technologies in wastewater treatment. Separation and Purification Technology, 38, 11-41.
- Holt, P. K., Barton, G. W., & Mitchell, C. A. (2005). The future for electrocoagulation as a localised water treatment technology. Chemosphere, 59, 355-357.
- Mollah, M., Morkovsky, P., Gomes, J., Kesmez, M., Parga, J., & Cocke, D. (2004). Fundamentals, present and future perspectives of electrocoagulation. Elsevier B.V, 199 -210.
- Navarro Chaparro, S. K. (2010). La problemática del agua urbana en la Ciudad de Tijuana, Baja California y algunas alternativas para la gestión sustentable. Tijuana, Baja California, México.
- Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2015. (2015). Diario Oficial de la Federación. Análisis de agua medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas método de prueba. México, D.F., México.
- Norma Mexicana NMX-AA-072-SCFI-2001. (17 de Abril de 2001). Diario Oficial de la Federación. Análisis de agua determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas método de prueba. México, D.F., México.
- Norma Mexicana NMX-AA-074-SCFI-2014. (13 de Enero de 2015). Diario Oficial de la Federación. Análisis de agua medición ion sulfato en aguas naturales, residuales y residuales tratadas método de prueba. México, D.F.
- Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997. (21 de Septiembre de 1998). Diario Oficial de la Federación. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. Mexico, D.F., México.
- Ozyonar, F., & Karagozoglu, B. (June de 2011). Operating Cost Analysis and Treatment of Domestic Wastewater by Electrocoagulation Using Aluminum Electrodes. Polish Journal of Environmental Studies, 20(1), 173-179.
- Piña, S., Dominguez, M., & Ramirez González. (2011). Revisión de las variables de diseño y condiciones de operación en la electrocoagulación. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 10(2), 257-271.
- Prieto García, F., Callejas Hernández, J., Reyes Cruz, V., & Marmolejo Santillán, Y. (2012). Electrocoagulación: una alternativa para la depuración de lactosuero residual. REVISTA AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica., 5(3), 51-77.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT. (2002). Informe de la situación del medio ambiente en México. México, México.
- Vasudevan, S. (March de 2012). Electrochemistry for Green and Clean Environment. (Central Electrochemical Research Institute, Ed.) Research Journal of Chemistry and Environment, 16(1), 3-6.



ECORFAN®

© Ecorfan-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of Ecorfan-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)