

Volumen 2, Número 6 — Abril — Junio - 2018

ISSN 2523-6784

Revista de Innovación Sistemática

ECORFAN®

ECORFAN-Taiwán

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Revista de Innovación Sistemática,

Volumen 2, Número 6, de Abril a Junio 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Taiwán.

Taiwan, Taipei. YongHe district,

ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445.

WEB: www.ecorfan.org/taiwan,

revista@ecorfan.org. Editora en Jefe:

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD, Co-

Editor: VARGAS-DELGADO, Oscar.

PhD. ISSN 2523-6822. Responsables de

la última actualización de este número de

la Unidad de Informática ECORFAN.

ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda,

LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al

30 de Junio 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Innovación Sistemática

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas Electromagnetismo, fuentes de distribución eléctrica, innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales, diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Innovación Sistemática es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de Electromagnetismo, fuentes de distribución eléctrica, innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales, diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

ROCHA-RANGEL, Enrique. PhD
Oak Ridge National Laboratory

CARBAJAL-DE LA TORRE, Georgina. PhD
Université des Sciences et Technologies de Lille

GUZMÁN-ARENAS, Adolfo. PhD
Institute of Technology

CASTILLO-TÉLLEZ, Beatriz. PhD
University of La Rochelle

FERNANDEZ-ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

DECTOR-ESPINOZA, Andrés. PhD
Centro de Microelectrónica de Barcelona

TELOXA-REYES, Julio. PhD
Advanced Technology Center

HERNÁNDEZ-PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

CENDEJAS-VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

HERNANDEZ-ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD
Universidad Central del Ecuador

HERRERA-DIAZ, Israel Enrique. PhD
Center of Research in Mathematics

MEDELLIN-CASTILLO, Hugo Iván. PhD
Heriot-Watt University

LAGUNA, Manuel. PhD
University of Colorado

VAZQUES-NOGUERA, José. PhD
Universidad Nacional de Asunción

VAZQUEZ-MARTINEZ, Ernesto. PhD
University of Alberta

AYALA-GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD
University of Southampton

LÓPEZ-HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD
Institut National Polytechnique de Lorraine

MEJÍA-FIGUEROA, Andrés. PhD
Universidad de Sevilla

DIAZ-RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

MARTINEZ-ALVARADO, Luis. PhD
Universidad Politécnica de Cataluña

MAYORGA-ORTIZ, Pedro. PhD
Institut National Polytechnique de Grenoble

ROBLEDO-VEGA, Isidro. PhD
University of South Florida

LARA-ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

TIRADO-RAMOS, Alfredo. PhD
University of Amsterdam

DE LA ROSA-VARGAS, José Ismael. PhD
Universidad París XI

CASTILLO-LÓPEZ, Oscar. PhD
Academia de Ciencias de Polonia

LÓPEZ-BONILLA, Oscar Roberto. PhD
State University of New York at Stony Brook

LÓPEZ-LÓPEZ, Aurelio. PhD
Syracuse University

RIVAS-PEREA, Pablo. PhD
University of Texas

VEGA-PINEDA, Javier. PhD
University of Texas

PÉREZ-ROBLES, Juan Francisco. PhD
Instituto Tecnológico de Saltillo

SALINAS-ÁVILES, Oscar Hilario. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados -IPN

RODRÍGUEZ-AGUILAR, Rosa María. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

BAEZA-SERRATO, Roberto. PhD
Universidad de Guanajuato

MORILLÓN-GÁLVEZ, David. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CASTILLO-TÉLLEZ, Margarita. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

SERRANO-ARRELLANO, Juan. PhD
Universidad de Guanajuato

ZAVALA-DE PAZ, Jonny Paul. PhD
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

ARROYO-DÍAZ, Salvador Antonio. PhD
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

ENRÍQUEZ-ZÁRATE, Josué. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

HERNÁNDEZ-NAVA, Pablo. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

CASTILLO-TOPETE, Víctor Hugo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CERCADO-QUEZADA, Bibiana. PhD
Intitut National Polytechnique Toulouse

QUETZALLI-AGUILAR, Virgen. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

DURÁN-MEDINA, Pino. PhD
Instituto Politécnico Nacional

PORTILLO-VÉLEZ, Rogelio de Jesús. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ROMO-GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

VASQUEZ-SANTACRUZ, J.A. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

VALENZUELA-ZAPATA, Miguel Angel. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

OCHOA-CRUZ, Genaro. PhD
Instituto Politécnico Nacional

SÁNCHEZ-HERRERA, Mauricio Alonso. PhD
Instituto Tecnológico de Tijuana

PALAFOX-MAESTRE, Luis Enrique. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR-NORIEGA, Leocundo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZALEZ-BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

REALYVÁSQUEZ-VARGAS, Arturo. PhD
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RODRÍGUEZ-DÍAZ, Antonio. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

MALDONADO-MACÍAS, Aidé Aracely. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

LICEA-SANDOVAL, Guillermo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CASTRO-RODRÍGUEZ, Juan Ramón. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMIREZ-LEAL, Roberto. PhD
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

VALDEZ-ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ-LÓPEZ, Samuel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CORTEZ-GONZÁLEZ, Joaquín. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

TABOADA-GONZÁLEZ, Paul Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RODRÍGUEZ-MORALES, José Alberto. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

Comité Arbitral

ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda. PhD
Instituto Politécnico Nacional

LUNA-SOTO, Carlos Vladimir. PhD
Instituto Politécnico Nacional

URBINA-NAJERA, Argelia Berenice. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

PEREZ-ORNELAS, Felicitas. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

CASTRO-ENCISO, Salvador Fernando. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTAÑÓN-PUGA, Manuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

BAUTISTA-SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ-REYNA, Sheila Esmeralda. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto. PhD
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

HERNÁNDEZ-GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

OLVERA-MEJÍA, Yair Félix. PhD
Instituto Politécnico Nacional

CUAYA-SIMBRO, German. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

LOAEZA-VALERIO, Roberto. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan

ALVAREZ-SÁNCHEZ, Ervin Jesús. PhD
Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada

SALAZAR-PERALTA, Araceli. PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

MORALES-CARBAJAL, Carlos. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ-COUTIÑO, Víctor Ángel. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

BAUTISTA-VARGAS, María Esther. PhD
Universidad Autónoma de Tamaulipas

GAXIOLA-PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ-JASSO, Eva. PhD
Instituto Politécnico Nacional

FLORES-RAMÍREZ, Oscar. PhD
Universidad Politécnica de Amozoc

ARROYO-FIGUEROA, Gabriela. PhD
Universidad de Guadalajara

BAUTISTA-SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GUTIÉRREZ-VILLEGAS, Juan Carlos. PhD
Centro de Tecnología Avanzada

HERRERA-ROMERO, José Vidal. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTINEZ-MENDEZ, Luis G. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

LUGO-DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

NÚÑEZ-GONZÁLEZ, Gerardo. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

PURATA-SIFUENTES, Omar Jair. PhD
Centro Nacional de Metrología

CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

TREJO-MACOTELA, Francisco Rafael. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

TZILI-CRUZ, María Patricia. PhD
Universidad ETAC

DÍAZ-CASTELLANOS, Elizabeth Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ORANTES-JIMÉNEZ, Sandra Dinorah. PhD
Centro de Investigación en Computación

VERA-SERNA, Pedro. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

MARTÍNEZ-RAMÍRES, Selene Marisol. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

OLIVARES-CEJA, Jesús Manuel. PhD
Centro de Investigación en Computación

GALAVIZ-RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

JUAREZ-SANTIAGO, Brenda. PhD
Universidad Internacional Iberoamericana

ENCISO-CONTRERAS, Ernesto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

GUDIÑO-LAU, Jorge. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MEJIAS-BRIZUELA, Nildia Yamileth. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

FERNÁNDEZ-GÓMEZ, Tomás. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MENDOZA-DUARTE, Olivia. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ARREDONDO-SOTO, Karina Cecilia. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

NAKASIMA-LÓPEZ, Mydory Oyuky. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

AYALA-FIGUEROA, Rafael. PhD
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

ARCEO-OLAGUE, José Guadalupe. PhD
Instituto Politécnico Nacional

HERNÁNDEZ-MORALES, Daniel Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AMARO-ORTEGA, Vidblain. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ÁLVAREZ-GUZMÁN, Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

CASTILLO-BARRÓN, Allen Alexander. PhD
Instituto Tecnológico de Morelia

CASTILLO-QUIÑONES, Javier Emmanuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ROSALES-CISNEROS, Ricardo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

GARCÍA-VALDEZ, José Mario. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

CHÁVEZ-GUZMÁN, Carlos Alberto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

MÉRIDA-RUBIO, Jován Oseas. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

INZUNZA-GONÁLEZ, Everardo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

VILLATORO-TELLO, Esaú. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

NAVARRO-ÁLVEREZ, Ernesto. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ-RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GONZÁLEZ-LÓPEZ, Juan Miguel. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

RODRIGUEZ-ELIAS, Oscar Mario. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ORTEGA-CORRAL, César. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GARCÍA-GORROSTIETA, Jesús Miguel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Innovación Sistemática emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbítrros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Electromagnetismo , fuentes de distribución eléctrica, innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales , diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

Como primer artículo *Caracterización parcial de biopelículas elaboradas a base de gelatina de colágeno obtenida de patas de pollo* por HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, Daniel, MATA-GARCÍA, Moisés, VÁZQUEZ-BRIONES, María del Carmen y GONZÁLEZ-TOTO, Jorge, como siguiente artículo *Producción de harina de plátano usando un deshidratador solar, Salvatierra, Guanajuato, México* por ARREGUIN-SOTO, Javier, MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, María José y ORTEGA-GARCÍA, Nicolás con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, como siguiente artículo está *Tratamiento por procesos de electro-Fenton y de electrocoagulación del lixiviado del antiguo relleno sanitario La Reserva* por HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Fátima Graciela, PÁRAMO-VARGAS, Javier, PERALTA-HERNÁNDEZ, Juan Manuel y MURILLO-HERNÁNDEZ, Martha Betzabé como siguiente artículo está *Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa San Luis Taxhimay, Municipio de Villa del Carbón en el Estado de México* por TOLEDO-TREJO, Erika y RAZO-PAREDES, José Trinidad con adscripción en la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez.

Contenido

Artículo	Página
Caracterización parcial de biopelículas elaboradas a base de gelatina de colágeno obtenida de patas de pollo HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, Daniel, MATA-GARCÍA, Moisés, VÁZQUEZ-BRIONES, María del Carmen y GONZÁLEZ-TOTO, Jorge	1-7
Producción de harina de plátano usando un deshidratador solar, Salvatierra, Guanajuato, México ARREGUIN-SOTO, Javier, MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, María José y ORTEGA-GARCÍA, Nicolás <i>Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra</i>	8-11
Tratamiento por procesos de electro-Fenton y de electrocoagulación del lixiviado del antiguo relleno sanitario La Reserva HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Fátima Graciela, PÁRAMO-VARGAS, Javier, PERALTA-HERNÁNDEZ, Juan Manuel y MURILLO-HERNÁNDEZ, Martha Betzabé	12-22
Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa San Luis Taxhimay, Municipio de Villa del Carbón en el Estado de México TOLEDO-TREJO, Erika y RAZO-PAREDES, José Trinidad <i>Universidad Tecnológica Fidel Velázquez</i>	23-28

Caracterización parcial de biopelículas elaboradas a base de gelatina de colágeno obtenida de patas de pollo

Partial characterization of biofilms made from collagen gelatin obtained from chicken legs

HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, Daniel†*, MATA-GARCÍA, Moisés, VÁZQUEZ-BRIONES, María del Carmen y GONZÁLEZ-TOTO, Jorge

ID 1^{er} Autor: *Daniel, Hernández-Ramírez*

ID 1^{er} Coautor: *Moisés, Mata-García*

ID 2^{do} Coautor: *María del Carmen, Vázquez-Briones*

ID 3^{er} Coautor: *Jorge, González-Toto*

Recibido 2 de Abril, 2018; Aceptado 8 de Junio, 2018

Resumen

La avicultura, es la actividad más dinámica de la ganadería nacional y en sus mataderos, se generan subproductos, por ejemplo: efluentes líquidos compuestos de (grasas, proteínas y restos de animales) y los desechos sólidos (huesos, vísceras, patas, cabezas y piel). El propósito del presente trabajo fue la extracción de gelatina de colágeno a partir de patas de pollo para la formulación de una biopelícula. Inicialmente, se realizó la extracción de gelatina de colágeno a partir de restos de patas. Se verificó la presencia del colágeno mediante espectrofotometría IR al mostrar bandas relacionadas al colágeno: 3300 cm⁻¹, 1655 cm⁻¹, 1550 cm⁻¹ y 1250 cm⁻¹ (Camacho *et al.*, 2001). Una vez obtenida la gelatina de colágeno, se realizaron cuatro formulaciones de solución formadora de películas utilizando: Alcohol polivinílico al 1 y 5%, Borax al 1 y 5%. De acuerdo a los resultados obtenidos las biopelículas presentaron valores de 2.96% de humedad, 1.33% de cenizas y un 47.48% de solubilidad. Con lo anterior, se comprobó que las patas de pollo son una fuente de gelatina de colágeno, que puede emplearse en la formulación de biopelículas biodegradables.

Avicultura, Colágeno, Biopelícula

Abstract

Poultry farming is the most dynamic activity of the national livestock and in their slaughterhouses, several by-products are generated, among which are: liquid effluents composed of (fats, proteins and animal remains) and solid waste (bones, viscera, legs, heads and skin). The purpose of the present work was the extraction of collagen gelatin from chicken legs for the formulation of a biofilm. In the first stage of the project, collagen gelatin extraction was carried out from leg remains. The presence of collagen was verified by IR spectrophotometry by showing bands related to collagen: 3300 cm⁻¹, 1655 cm⁻¹, 1550 cm⁻¹ and 1250 cm⁻¹ (Camacho *et al.*, 2001). Once the collagen gelatin was obtained, four formulations of film-forming solution were made using: 1% and 5% polyvinyl alcohol, 1% and 5% Borax. According to the results obtained, the biofilms showed values of 2.96% moisture, 1.33% ash and 47.48% solubility. It was found that chicken legs are a source of collagen gelatin, which can be used in the formulation of biodegradable biofilms.

Poultry farming, Collagen, Biofilm

Citación: HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, Daniel, MATA-GARCÍA, Moisés, VÁZQUEZ-BRIONES, María del Carmen y GONZÁLEZ-TOTO, Jorge. Caracterización parcial de biopelículas elaboradas a base de gelatina de colágeno obtenida de patas de pollo. Revista de Innovación Sistemática 2018. 2-6:1-7

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: moisesmg2000@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La avicultura es la crianza de aves doméstica o comercialmente, principalmente para carne y huevos, pero también para plumas. Los pollos son de primordial importancia en esta actividad. Con una producción de 353 mil toneladas anuales de carne y un inventario cercano a los 40 millones de aves. Veracruz se consolidó en la presente administración como el primer productor de pollo del país y como potencia nacional en el sector avícola (INA, 2018).

Sin embargo, esta actividad genera en los mataderos subproductos entre los que se destacan los: efluentes líquidos compuestos de (grasas, proteínas y restos de animales) y los desechos sólidos (huesos, vísceras, patas, cabezas y piel). Comúnmente, gran parte de estos desechos no son utilizadas por estas empresas, a menudo son descartadas en los vertederos (Biazus *et al.*, 2006), los cuales representan un foco de contaminación al no ser tratados adecuadamente (Guerard *et al.*, 2010).

Actualmente se busca reciclar y evitar los desperdicios de la avicultura, es una tarea que va tomando mayor importancia en la sociedad, ya que se pueden convertir en productos funcionales y/o comerciales. Además de impactar en el cuidado del medio ambiente. Una alternativa a la valorización de residuos es el desarrollo de nuevos productos dando a los residuos un destino más noble y de mayor valor comercial (Karim y Bhat, 2009).

La proteína más abundante de origen animal es el colágeno (Muyonga *et al.*, 2004); está compuesta por un conjunto de tres cadenas polipeptídicas (1000 aminoácidos por cadena) agrupadas en una estructura helicoidal, siendo esta la responsable de la rigidez y la resistencia de las fibras (Prockop y Guzmán, 2002), se encuentra presente en todos los tejidos conectivos del cuerpo: músculos, dientes, huesos, tendones y piel.

El colágeno se ha utilizado para la elaboración de alimentos funcionales, materiales de empaque biodegradable, películas fotográficas, productos de cosmetología y algunas otras aplicaciones en alimentos y medicina (Montero y Gómez-Guillén, 2000; Serrano, 2011).

La elaboración de biopelículas formuladas a partir de colágeno extraído de patas de pollo, representa una alternativa para el aprovechamiento de uno de los subproductos de la industria avícola.

Por lo tanto, el propósito del presente trabajo fue elaborar y caracterizar fisicoquímicamente biopelículas formuladas a base de gelatina de colágeno extraído de desechos de pollo (patas) para posteriormente darle una aplicación y de esta forma contribuir con la reducción de la contaminación ocasionada por los residuos de actividades avícolas.

Justificación

El aprovechamiento integral de los recursos naturales, debe ser una tarea primordial para el ser humano.

De acuerdo a lo anterior, es necesario implementar técnicas para el aprovechamiento de los residuos de pollo que se generan como subproductos de las actividades avícolas de la zona sur del estado de Veracruz.

Los restos de pollo, principalmente las patas, deben de emplearse como una fuente importante para la extracción de proteína de gran valor comercial y nutricional, como lo es el colágeno, razón por la cual, se desarrolla el presente trabajo.

Problema

En los municipios del sur de Veracruz, la industria avícola es una de las actividades recurrente por los habitantes de la zona, debido a la demanda de la carne de pollo. De acuerdo con lo anterior, diariamente se generan en la zona sur de Veracruz subproductos (cabezas, plumas, piel, patas y vísceras) de pollo.

Desafortunadamente estos subproductos, ocasionan problemas de contaminación al medio ambiente, debido a que los productores y comerciantes del sector avícola, no cuenta con un tratamiento adecuado para los desechos orgánicos ya mencionados.

Otro problema que observamos, es el desaprovechamiento de los componentes que contienen los residuos del pollo, por ejemplo el colágeno.

Hipótesis

La gelatina de colágeno obtenida a partir de patas de pollo permitirá la formulación de soluciones formadoras de biopelículas biodegradables.

Objetivo General

Elaborar y caracterizar fisicoquímicamente biopelículas a base de gelatina de colágeno obtenida de patas de pollo.

Objetivos específicos

- Obtener la gelatina de colágeno a partir de subproductos de pollo.
- Diseñar la metodología para la elaboración de una biopelícula a partir de colágeno.
- Realizar la caracterización fisicoquímica de la biopelícula.

Metodología de Investigación

Se utilizaron patas de pollo adquiridas en diferentes expendios de la ciudad de Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río Veracruz. La materia prima se transportó a una temperatura de 6°C aproximadamente hasta el laboratorio de química general de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz. En el laboratorio, se lavaron con abundante agua para eliminar residuos como polvo o tierra. Después del lavado se hizo la reducción del tamaño de los residuos, mediante corte con cuchillo de acero inoxidable.

Obtención de gelatina a partir de patas de pollo

Para realizar la extracción de la gelatina de patas de pollo, se procedió de la siguiente manera:

Hidrólisis de la proteína.

Los trozos de pata de pollo se colocaron por 6 horas a temperatura ambiente en una solución de NaOH al 0.25 M. En esta etapa, la sosa al entrar en contacto con las proteínas de los tejidos vivos produce su rompimiento por efectos de hidrólisis (Liu *et al.*, 2015). Luego de la hidrólisis los aminoácidos y péptidos más pequeños se liberan al medio acuoso.

El NaOH al ser una base fuerte podría de igual forma hidrolizar la molécula de colágeno a pesar de ser una molécula fibrosa y resistente, por esta razón no es recomendable usar altas temperaturas o altas concentraciones de NaOH (Serrano, 2011).

Obtención de gelatina de colágeno

Una vez realizada la hidrólisis de la proteína se adicionó una solución de HCl 0.3 M hasta lograr un pH de 8. Luego se realizó un lavado con agua destilada hasta eliminar el exceso de ácido.

Posteriormente se sometió a un calentamiento durante 3 horas a una temperatura de 60°C.

En seguida, se procedió a filtrar la mezcla empleando papel filtro whatman estándar No. 1.

Una vez filtrada la solución se procedió a calentar nuevamente por una hora a 60°C. Terminado el tiempo se dejó enfriar a temperatura ambiente, observando la formación de un gel.

La muestra obtenida se colocó en un recipiente de vidrio, se cubrió con papel aluminio, y se dejó en el refrigerador durante 4 días a una temperatura de 4 °C.

Elaboración de la biopelícula

En este paso se realizó la biopelícula a base de gelatina de colágeno (ver tabla 1) en la formulación se varió la concentración de alcohol polivinílico (1 y 5%) y la concentración de bórax (1 y 5 %). Manteniendo la misma concentración del plastificante (glicerol), agua y gelatina de colágeno. A continuación, se indica el procedimiento que se empleó para la elaboración de las biopelículas.

En un vaso de precipitado de vidrio, se calentó agua destilada a 50°C por 15 minutos, posteriormente se adicionó la gelatina, después con una pipeta se añadió glicerina y por último otros agentes filmógenos (Alcohol polivinílico y Borax).

Por último, la mezcla se colocó en una caja Petri y se secó en una estufa a 35°C durante 72 h.

Caracterización parcial del colágeno y biopelícula

Se tomaron muestras de las biopelículas elaboradas, y se cuantificó la humedad, cenizas, se efectuó el análisis por espectrofotometría de infrarrojo. Se realizó también una prueba de porcentaje de hinchamiento y de biodegradabilidad a las biopelículas.

Ensayo	Tiempo min	°C	Sustancia	Cantidad
A	10	60	Gelatina	14 g
			Agua	12 mL
			Glicerina	0.5 mL
			Alcohol polivinílico 1%	2 mL
B	10	60	Gelatina	14 g
			Agua	12 mL
			Glicerina	0.5 mL
			Alcohol polivinílico 5%	2 mL
C	10	60	Gelatina	14 g
			Agua	12 mL
			Glicerina	0.5 mL
			Borax 1%	2 mL
D	10	60	Gelatina	14 g
			Agua	12 mL
			Glicerina	0.5 mL
			Borax 5%	2 mL

Tabla 1 Formulación de biopelícula

Determinación de humedad de la biopelícula

Los métodos de determinación de humedad por secado se fundamentan en la evaporación del agua contenida en la muestra.

El porcentaje de humedad, se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula (ecuación 1).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100 \quad (1)$$

Dónde:

P₂: masa final de la película (después del secado)

P₁: masa inicial de la película

Determinación de ceniza

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo.

$$\% \text{ cenizas totales} = \frac{P_3 - P_2}{P_1 - P_2} * 100 \quad (2)$$

Dónde:

P₃: masa en gramos de la cápsula con las cenizas

P₂: masa en gramos de la cápsula

P₁: masa en gramos de la cápsula con la muestra

Análisis de solubilidad

Se utilizó la metodología descrita por Wang *et al.*, (2007). Se cortaron piezas de cada película con dimensiones de 2 cm por 3 cm, las cuales se almacenaron en un desecador a una humedad relativa cercana al 0% (provisto por sílica de gel) durante siete días.

Los pesos de las películas cortadas fueron registrados y, posteriormente, colocados en un vaso de precipitado con 100 mL de agua destilada con agitación continua 125 rpm, a una temperatura ambiente.

Terminada la agitación, las piezas de las películas fueron filtradas y se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C por 2 h.

Después estas fueron pesadas, para finalmente determinar el porcentaje de solubilidad, el cual se calculó de la siguiente manera:

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100 \quad (3)$$

Dónde:

P₂: masa final de la película seca

P₁: masa inicial de la película seca

Resultados

Después de realizar el protocolo de extracción se obtuvo una mezcla proteica de color blanco perla, de textura gelatinosa y espesa.

Prueba	A	B
Masa (g) patas de pollo	300	300
Volumen (mL) NaOH	250 0.25 M	250 0.3 M
Volumen (mL) HCl	100 0.3 M	100 0.3 M
Observaciones	Se obtuvo gelatina	Se obtuvo gelatina

Tabla 2 Extracción de colágeno

Las biopelículas formuladas a base de gelatina de colágeno, se evaluaron de manera preliminar (censo rialmente), considerando cuatro atributos básicos (color, textura, apariencia y elasticidad).

Los resultados de la evaluación preliminar se presentan en la tabla 3.

Atributo /Prueba	A	B	C	D
Color	Blanca con ligera tonalidad amarilla			
Textura	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa
Apariencia	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Elasticidad	Buena	Muy buena	Mala	Mala

Tabla 3 Características de las biopelícula

De acuerdo a lo anterior, la biopelícula que presentó mejores atributos, fue la obtenida en la formulación B.



Figura 1 Biopelícula prueba B

Las pruebas de caracterización se realizaron en la biopelícula obtenida en la prueba B.

Caracterización parcial de la biopelícula

A continuación, se presentan los valores porcentuales de humedad, cenizas y solubilidad de la biopelícula B.

Prueba	M ₁	M ₂	Promedio
% Humedad	2.438	3.498	2.968
% Cenizas	1.502	1.172	1.337
% Solubilidad	44.748	50.216	47.482

Tabla 4 Caracterización parcial de la biopelícula

Análisis de humedad y cenizas en la biopelícula

El porcentaje de humedad de la biopelícula, presentó un 2.96% de humedad debido al proceso de secado que se aplicó en la elaboración de la misma.

La cantidad de cenizas resultó ser alta, debido a que no se aplicó una etapa de desmineralización como la realizada por Mata *et al.*, (2017) quienes reportan 0.204 % de cenizas para una biopelícula elaborada con colágeno de tilapia. Al incluir la etapa mencionada se logra la quelación de los iones Ca²⁺ en solución (Pati *et al.*, 2010).

Análisis de solubilidad

La solubilidad involucra la penetración de las moléculas de agua en la matriz polimérica, esto es seguido por el rompimiento de las fuerzas de Van der Waals entre las cadenas poliméricas (Turhan y Sahbaz, 2004).

En la tabla 4, se observa que las biopelículas presentaron valores altos de solubilidad, podría deberse a la presencia de los grupos -OH presentes en el colágeno y glicerina (Rungsinee y Krochta 2001).

Análisis del colágeno y biopelícula en el IR

En la figura 2 se muestra el espectro IR de una muestra de gelatina obtenida donde se presenta las bandas relacionadas al colágeno: 3300 cm^{-1} , 1655 cm^{-1} , 1550 cm^{-1} y 1250 cm^{-1} (Camacho *et al.*, 2001).

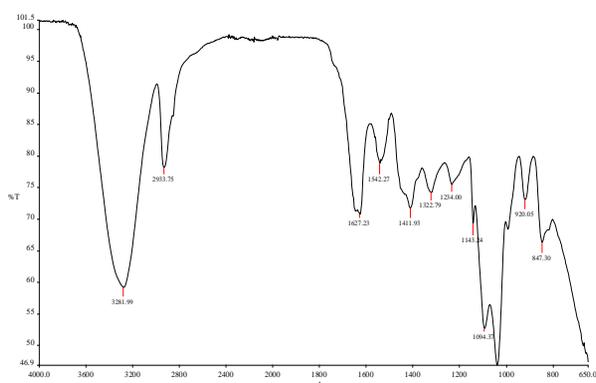


Figura 2 Espectro IR del colágeno

De acuerdo con la figura 3, se verificó que existe una disminución de amplitud de los picos en el espectro IR de la biopelícula correspondiente a las vibraciones por estiramiento que presentan absorbancias entre 3000 y 3900 cm^{-1} y las vibraciones por doblamiento del grupo OH entre 1650 cm^{-1} debido a la modificación química del colágeno.

Se presenta una flexión del OH del agua a 1650 cm^{-1} , lo que confirma el carácter higroscópico del biopolímero (Conley, 1979).

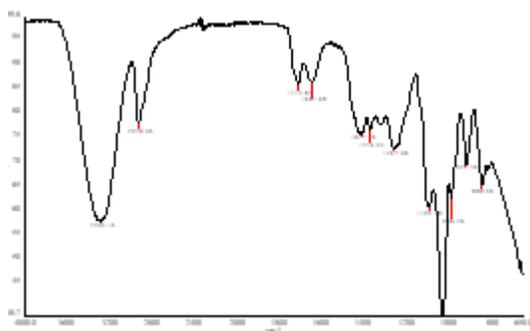


Figura 3 Espectro IR de la biopelícula

Conclusiones

La metodología desarrollada para la obtención de una biopelícula a partir de gelatina de colágeno obtenido de patas de pollo, permitió obtener un producto con características potenciales para ser utilizado como empaque biodegradable.

Agradecimiento

Se agradece a la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, por todas las facilidades para el desarrollo del presente trabajo.

Referencias

Biazus, J. P., M., Santana, J. C. C. y Souza, R. R. (2006). Modelagem empírica do processo de biodegradação de efluentes protéicos por enzimas de *Carica papaya* sp. *Engenharia Agrícola e Ambiental*: 10 (2): 436-440.

Camacho, N. P., West, P., Torzilli, P. a, & Mendelsohn, R. (2001). FTIR microscopic imaging of collagen and proteoglycan in bovine cartilage. *Biopolymers* 62 (1): 1–8.

Conley, R.T., (1979). *Espectroscopía infrarroja*. Ed. Alambra. España.

Gómez-Guillén, M.C., Giménez, B., López-Caballero, M.E. y Montero, M.P. (2011). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocolloids*. 25, (8):1813-1827.

Guerard, F., Decourcelle, N., Sabourin, C., Floch-Laizet, C., Laurent, L.G., Pascal, L.F., Florence, G., Ronan, L.D., Pascal, J. y Patrick, B. (2010). Recent developments of marine ingredients for food and nutraceutical applications: a review. *Journal des sciences Halieutique et Aquatique*. 2, 21-27.

Instituto nacional avícola. (2017). Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2018. Recuperado de: <https://drive.google.com/drive/folders/1UVgmc16FHycKGWqsS6BoJW1eBdautxYS>.

Karim, A. A., y Bhat, R. (2009). Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids* 23, 563–576.

Liu, D., Zhang, X. Li, T., Yang, H., Zhang, H., Regenstein, J., Zhou, P. (2015). Extraction and characterization of acid- and pepsin-soluble collagens from the scales, skins and swim-bladders of grass carp. *Food Bioscience*, 9, 68–74.

Liu, H., y Huand, K. (2016). Structural Characteristics of Extracted Collagen from Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) Bone: Effects of Ethylenediaminetetraacetic Acid Solution and Hydrochloric Acid Treatment. *International Journal of Food Properties*, 19 (1), 63-75.

Mata, M., Hernández, D., Vázquez M., y González, J. (2017). Elaboración de biopelícula a partir de las escamas, espinas y piel de Mojarra Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Revista de ingeniería tecnológica*, 1(4): 20-28.

Montero, P., y Gómez-Guillén, M.C. 2000. Extracting conditions for megrim (*Lepidorhombus boscii*) skin collagen affect functional properties of the resulting gelatin. *Journal of Food Science*, 65 (3): 434-438.

Muyonga, J. H., Cole, C. G. B. y Duodu, K. G. (2004). Characterisation of acid soluble collagen from skins of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). En línea: <http://10.1016/j.foodchem.2003.06.006>, *Food Chemistry* 85(1): 81–89.

Pati, F., Adhikari, B., & Dhara, S. (2010). Isolation and characterization of fish scale collagen of higher thermal stability. *Bioresource technology*, 101 (10): 3737-3742.

Prockop, DJ. Guzmán, NA. (2002). *Tiempos médicos*. Capítulo 4 “El colágeno”. España.

Rungsinee, S., y Krochta, J. M. (2001). Plasticizer effect on mechanical properties of β -lactoglobulin films. *Journal of Food Engineering*, 50 (3): 149-155.

Serrano, C. (2011). Estandarización de un proceso de extracción de colágeno a partir de los residuos de fileteo de tilapia (*Oreochromis*) y cachama (*Piaractusbrachypomus*). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

Turhan, K., y Sahbaz, F. (2004). *Food Eng.* 61, 459.

Wang, L., Liu, L., Holmes, J., Kerry, J. (2007). *Food Sci. Technol.* 42, 1128.

Producción de harina de plátano usando un deshidratador solar, Salvatierra, Guanajuato, México

Production of banana flour using a solar dehydrator, Salvatierra, Guanajuato, Mexico

ARREGUIN-SOTO, Javier†*, MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, María José y ORTEGA-GARCÍA, Nicolás

Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, Manuel Gómez Morín 300, col. Janicho, 38900, Salvatierra, Guanajuato, México

ID 1^{er} Autor: *Javier, Arreguin-Soto*

ID 1^{er} Coautor: *María José, Martínez-Vázquez*

ID 2^{do} Coautor: *Nicolás, Ortega García*

Recibido 4 de Abril, 2018; Aceptado 6 de Junio, 2018

Resumen

En el presente trabajo se incluye información básica para la construcción de un deshidratador solar casero. La función del deshidratador y como su nombre lo dice es deshidratar o quitar humedad a los alimentos que se encuentren dentro de él. Esto proporciona grandes beneficios ya que sin la humedad es más sencillo conservar los alimentos, en este caso el deshidratador se utilizó para la deshidratación de plátano (*musa paradisiaca*) y que posteriormente fuera más sencillo moler y obtener nuestro producto final. Esto con la finalidad de producir harina de plátano y consumirla como un suplemento o sustituto de la harina de trigo.

Deshidratación, Harina de plátano, Temperatura, Humedad

Abstract

In the present work, basic information is included for the construction of a homemade solar dehydrator. The function of the dehydrator and as its name says is to dehydrate or remove moisture from the food that is inside it. This provides great benefits because without moisture it is easier to preserve food, in this case the dehydrator was used for the dehydration of banana (*paradisical muse*) and later it was easier to grind and obtain our final project. This in order to produce banana flour and consume it as a supplement or substitute for wheat flour.

Dehydration, Banana flour, Temperature, Humidity

Citación: ARREGUIN-SOTO, Javier, MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, María José y ORTEGA-GARCÍA, Nicolás. Producción de harina de plátano usando un deshidratador solar, Salvatierra, Guanajuato, México. Revista de Innovación Sistemática 2018. 2-6: 8-11

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jaarreguin@itess.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La deshidratación consiste en retirar el agua que se encuentra en los tejidos de un producto para con ello conseguir que este tenga unas determinadas características que lo hagan más fácil de manejar, conservar o utilizar

La deshidratación en el caso de los alimentos es un proceso que ayuda a la conservación de los mismos. Esto se debe a que muchas bacterias no pueden desarrollarse en ausencia de agua, y por lo tanto muchos de los alimentos deshidratados no pueden pudrirse. Es posible deshidratar una gran variedad de frutas, de verduras, de carnes, de pescados etc. y así lograr que puedan conservarse de manera natural por muchos meses. Utilizar un deshidratador solar es una vía factible ya que no se requerirá otra forma de energía para deshidratar más que la solar además los gastos de construcción son muy bajos comparados a un deshidratador eléctrico.

Justificación

Hoy en día el secado de vegetales no tiene solamente una función de autoabastecimiento, sino que ofrece una alternativa productiva y comercial para el mercado, al aprovechar los excedentes en las cosechas, para su transformación a través del aprovechamiento del calor del sol y ofrecer a los consumidores productos naturales y sanos, entre los cuales se encuentran las frutas secas, teniendo en esta área un gran potencial aun no explotado para satisfacer esta demanda creciente. (RED CAN, CII-ASDENIC, PRODECOOP,VIDA A.C, 2015). Además de la conservación de alimentos se busca la alternativa de consumo en algunas frutas y verduras que en su forma natural no resultan agradables a los consumidores perdiendo así los nutrimentos que estas puedan aportar a su organismo.

Objetivos

General

Comprobar la eficiencia del deshidratador solar casero.

Específicos

- Realizar pruebas de temperaturas dentro y fuera del deshidratador solar casero.

- Medir el tiempo de deshidratación del plátano dentro del deshidratador y obtener la harina.

Metodología

Construcción de un deshidratador solar

- Madera para la cubierta exterior ya que funciona como un aislante y guarda el calor obtenido del sol (1 m largo x .5 m ancho).
- Aluminio reciclado de las latas de refresco, cerveza, jugos, etc. Esto para cubrir el interior y funcione como un receptor de energía solar (radiación) y por su conducción sea más fácil de calentar.
- Tela mosquitera para crear una parrilla intermedia y que el plátano no tenga un contacto directo con el aluminio y a si tener una mejor corriente de calor por el deshidratador y no tener que estar volteando la fruta ya que el calor producido llegara por todas las direcciones hacia ella.
- 1 vidrio para cubrir y controlar la entrada de aire para el deshidratador por encima.
- Termómetro para medir la temperatura interna y externa.

Proceso de deshidratación del plátano.

- De prueba se utilizaron 2 kg de plátano verde (*musa paradisiaca*) con cascara.
- 1 cuchillo desinfectado.
- Bascula para obtener los diferentes pesos durante todo el proceso.
- Licuadora para cuando termine la deshidratación, moler el producto final.
- Tamiz.

- Para este proceso es importante tener todos los materiales al alcance, primero se debe lavar el plátano para evitar la contaminación de la pulpa después se retira la cascara y se obtendrá el primer peso en la báscula, después de esto la pulpa se corta en rodajas de aproximadamente 3 mm cada una y se coloca en las charolas dentro del deshidratador. Constantemente se revisó la temperatura dentro y fuera del deshidratador para ver sus diferencias, al terminar este proceso se pesó nuevamente para ver si el producto redujo su peso y llevar las anotaciones pertinentes, se procedió a la molienda y a pasarlo por el tamiz para deshacernos de los residuos sobrantes y volver a pesar para la última anotación .

Resultados

Se realizó una prueba con 2 kg de plátano en un deshidratador solar construido con materiales de reciclado. El proceso de deshidratación fue relativamente largo debido a la variación de temperaturas que se registraron durante los días, esto no ocasiono ningún problema al producto final solo prolongo el tiempo de obtención siendo esto un factor importante a considerar en la producción, por el contrario el resultado final fue satisfactorio ya que al ser un deshidratador rustico se pensó que el tiempo de espera sería más largo para obtener nuestro producto final.

Anexos

Día	T. adentro	T. afuera
1	63 °C	28 °C
2	61 °C	26 °C
3	66 °C	31 °C

Tabla 1 Temperaturas registradas

P.c.cascara	P.s.cascara	P. Deshidratado	Harina
2 kg	1.250 kg	360.5 gr	280 gr

Tabla 2 peso del plátano en diferentes etapas



Figura 1 Deshidratador y harina de plátano listos



Figura 1 Deshidratador y harina de plátano listos



Figura 2 prueba de humedad en la harina, tec de Celaya

Agradecimientos

- Al tecnológico de Celaya por permitirnos usar su laboratorio y brindarnos información sobre el uso de los aparatos.
- Al itess por ser nuestro centro de estudios y apoyarnos con salidas para realizar las distintas pruebas.
- A los profesores por apoyarnos y corregirnos cuando debían.

Conclusión

El presente trabajo fue llevado a cabo en las instalaciones del Instituto tecnológico superior de Salvatierra. En la carrera de Ingeniería en innovación agrícola sustentable. Se demostró que es factible el uso de un deshidratador solar construido con materiales rústicos y de reciclaje en la deshidratación de plátano para elaboración de harina.

Después de las pruebas obtenidas en el deshidratador en cuanto a temperaturas y tiempo de deshidratación podemos concluir en que el material con el que fue construido es adecuado y se puede mejorar agregando más placas de aluminio en las paredes del deshidratador para así aumentar la temperatura y disminuir el tiempo de secado en que se obtiene el plátano deshidratado, también se podrían cambiar las dimensiones para que se pueda meter una mayor cantidad de plátano y hacer una producción más basta.

Referencias

RED CAN, CII-ASDENIC, PRODECOOP,VIDA A.C. (2015). manual de deshidratación. *soberanía y seguridad alimentaria nutricional*, 1-57.

Maslow H., Abraham (1991). Motivación y Personalidad. Madrid España. Ediciones Díaz de los Santos S.A. p.23

Tratamiento por procesos de electro-Fenton y de electrocoagulación del lixiviado del antiguo relleno sanitario La Reserva

Treatment by electro-Fenton processes and electrocoagulation of the leachate from the old landfill La Reserva

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Fátima Graciela*†, PÁRAMO-VARGAS, Javier, PERALTA-HERNÁNDEZ, Juan Manuel y MURILLO-HERNÁNDEZ, Martha Betzabé

ID 1^{er} Autor: *Fátima Graciela, Hernández-Rodríguez/ ORC ID: 0000-0002-6581-5740, Researcher ID Thomson: S-4885-2018, CVU CONACYT ID: 946857*

ID 1^{er} Coautor: *Javier, Páramo-Vargas/ ORC ID: 0000-0003-4022-7050, Researcher ID Thomson: S-4970-2018, CVU CONACYT ID: 66460*

ID 2^{do} Coautor: *Juan Manuel, Peralta-Hernández/ ORC ID: 0000-0003-2733-4126, CVU CONACYT ID: 39768*

ID 3^{er} Coautor: *Martha Betzabé, Murillo-Hernández/ ORC ID: 0000-0001-9146-1125, Researcher ID Thomson: S-5887-2018, CVU CONACYT ID: 521401*

Recibido 11 de Abril, 2018; Aceptado 16 de Junio, 2018

Resumen

El lixiviado del relleno sanitario La Reserva, de la Ciudad de León, Guanajuato, tiene concentraciones altas, DQO de 2093 mg/L, turbidez de 91 FTU, Cr_T de 1.87 mg/L y bajo nivel de biodegradabilidad. Se evaluó su tratamiento con los procesos electro-Fenton y electrocoagulación. Mediante electro-Fenton, se logró una remoción de DQO del 72%, con una [Fe²⁺]₀ de 100 mg/L y *j* de 10 mA/cm². Bajo estas condiciones se obtuvo una eficiencia de remoción de Cr_T, del 77% y en turbidez del 82%. Con electrocoagulación, se probaron dos tipos de electrodos, de hierro (Fe) y aluminio (Al); las condiciones óptimas se encontraron con corriente de 2 A y un tiempo de 30 minutos. A estas condiciones se obtuvo una remoción de DQO superior al 53% para ambos casos y del 76.70% y 56.75% en turbidez para electrodos de Al y Fe, respectivamente. En relación al Cr_T, la eficiencia fue de 94.06 % y 94.91% respectivamente.

Oxidación avanzada, Electro-Fenton, Electrocoagulación, Oxidación química, Fisicoquímico, Lixiviado

Abstract

The leachate from the old landfill called "La Reserva", in the city of Leon, Guanajuato, has high concentrations, COD of 2093 mg/L, turbidity of 91 BTU, Cr_T of 1.87 mg/L and low level of biodegradability. Its treatment with the electro-Fenton and electrocoagulation processes was evaluated. By electro-Fenton, a COD removal of 72% was achieved, with a [Fe²⁺]₀ of 100 mg/L and *j* of 10 mA/cm². Under these conditions an efficiency of Cr_T removal was obtained, of 77% and in turbidity of 82%. With electrocoagulation, two types of electrodes were tested, made from iron (Fe) and aluminum (Al); the optimal conditions were found with current of 2 A and a time of 30 minutes. At these conditions a COD removal higher than 53% was obtained for both cases and 76.70% and 56.75% turbidity for Al and Fe electrodes, respectively. In relation to Cr_T, the efficiency was 94.06% and 94.91% respectively.

Advanced oxidation, Electro-Fenton, Electrocoagulation, Chemical oxidation, Physicochemical, Leachate

Citación: HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Fátima Graciela, PÁRAMO-VARGAS, Javier, PERALTA-HERNÁNDEZ, Juan Manuel y MURILLO-HERNÁNDEZ, Martha Betzabé. Tratamiento por procesos de electro-Fenton y de electrocoagulación del lixiviado del antiguo relleno sanitario La Reserva. Revista de Innovación Sistemática 2018. 2-6:12-22

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: fatyhernandez@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las actividades humanas y el incremento de la población tienen como consecuencia mayor consumo de recursos y por tanto grandes volúmenes de generación de residuos. Esto ha provocado el establecimiento de sitios de disposición final, que cuando no son diseñados, operados y clausurados de forma adecuada, provocan impactos negativos al ambiente. El tratamiento de lixiviados, generados en estos sitios representa un reto ya que los métodos de tratamiento convencionales no siempre resultan eficientes para este tipo de efluentes. El antiguo relleno sanitario de la Cd. de León, Guanajuato, denominado La Reserva, finalizó su vida útil en mayo del 2001 y desde entonces se iniciaron acciones para su clausura, entre las que destacan métodos de tratamiento de lixiviado y generación de biogás; con una planta de tratamiento con capacidad de 80 m³/turno y una eficiencia de remoción de DQO del 36% (Mireles-Muñoz & Páramo-V, 2017), desarrollaron una investigación con la cual se pudo realizar un comparativo entre 3 procesos físico-químicos y uno de oxidación avanzada denominado proceso Fenton; este último logró excelentes resultados en cuanto a remoción de contaminantes, además de la reducción en los costos del tratamiento. Actualmente se tiene implementado un proceso de tratamiento fisicoquímico, usando sulfato férrico como coagulante y se tiene contemplado la implementación del proceso Fenton; esto con base en los resultados del trabajo de Mireles-Muñoz & Páramo-V, 2017.

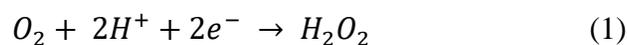
En este proyecto se evaluaron 2 métodos de tratamiento de lixiviado, electro-Fenton y electrocoagulación, ambos caracterizados por su poco uso de reactivos, poca cantidad de lodos producidos, simplicidad de equipo necesario y facilidad de operación (Li, Song, Guo, Wang, & Feng, 2011; Umar, Aziz, & Yusoff, 2010), determinando en cada caso las condiciones óptimas y eficiencias de remoción de contaminantes.

Marco teórico

Los lixiviados son el resultado de la percolación o infiltración de líquidos a través de los desechos; dada su naturaleza, presentan altas cargas de compuestos inorgánicos y orgánicos, constituyendo un riesgo de contaminación del suelo y de cuerpos de agua.

Las concentraciones de estos componentes presentes en el lixiviado, dependen de diversos factores como: la naturaleza de los desechos, edad, temperatura, tipo de material de cobertura, etc. La concentración de contaminantes en los lixiviados varía con el tiempo, por lo que difícilmente un único tratamiento es suficiente. Mientras la edad del relleno sanitario aumenta, la fracción orgánica biodegradable disminuye, es decir se tiene una relación DBO₅/DQO muy baja; tal es el caso del antiguo relleno sanitario "La Reserva", donde se tiene un lixiviado viejo, con una relación DBO₅/DQO de 0.026, para el cual no son adecuados los tratamientos biológicos, lo cual lleva a analizar otros procesos de tratamiento recomendados, como los de oxidación avanzada (Silva, Fonseca, Saraiva, Vilar, & Boaventura, 2013; Umar et al., 2010).

Los procesos de oxidación avanzada representan una excelente opción en tratamiento de efluentes, que poseen cargas orgánicas difíciles de eliminar por procesos convencionales, funcionan a pH ácido y producen especies fuertemente oxidantes como los radicales •OH; éstos últimos se caracterizan además por ser no selectivos y por tanto capaces de destruir los compuestos orgánicos presentes (Babuponnusami & Muthukumar, 2014; Haber & Weiss, 1934; Neyens & Baeyens, 2003). Los procesos electroquímicos están ligados a las relaciones existentes entre la energía química y eléctrica, así como a las transformaciones que entre ellas se llevan a cabo. El proceso electro-Fenton consiste en la generación in situ de H₂O₂, mediante la reducción de oxígeno en la superficie del cátodo en condiciones ácidas (Daghrir & Drogui, 2013; Peralta-Hernández, Martínez-Huitle, Guzmán Mar, & Hernández-Ramírez, 2009; Sirés, Brillas, Oturan, Rodrigo, & Panizza, 2014; Wang, Hu, Chou, & Kuo, 2008), además de la regeneración de los iones Fe²⁺ en el mismo electrodo; por tanto, la reducción en costos por reactivos disminuye. Barrera D. Carlos, 2014, propone las siguientes ecuaciones.



El reactivo Fenton es electrogenerado, al hacer pasar una corriente directa a través de dos electrodos, interconectados a una fuente de energía eléctrica, sumergidos en una solución electrolítica a valor de pH ácido. Una forma de llevar a cabo este proceso es empleando como material anódico hierro, liberando in situ iones Fe^{2+} y utilizando como cátodo carbón vítreo reticulado, grafito u otros materiales que permitan la reducción del oxígeno para la generación de peróxido de hidrógeno (H_2O_2), tal como se muestra en la figura 1 (Barrera D. Carlos, 2014; Dimitrijević, Dimitrijević, & Vuković, 2013).

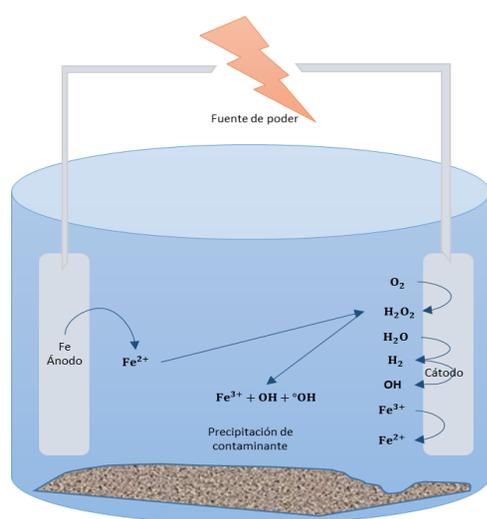
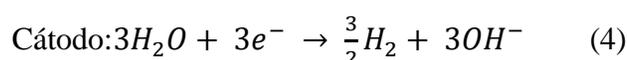
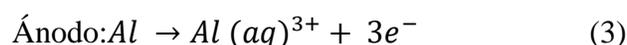


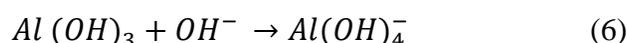
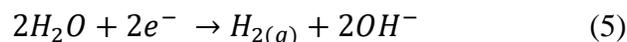
Figura 1 Electrogeneración de reactivo Fenton empleando ánodo de Hierro y cátodo de grafito (Barrera D. Carlos, 2014).

La electrocoagulación es un proceso de desestabilización de partículas al aplicar corriente eléctrica, utilizando electrodos de materiales como hierro y aluminio (Barrera D. Carlos, 2014). En el caso del hierro se producen iones Fe^{2+} , los cuales son buenos coagulantes; una vez que las partículas han sido desestabilizadas forman flóculos y la formación de burbujas de hidrógeno, facilita la flotación de los flóculos (Ruíz, 2005). El proceso se da de modo similar al electro-Fenton; caracterizándose porque al activar la fuente de alimentación y generarse la diferencia de potencial entre los electrodos, inicia el proceso de reducción en el cátodo, efectuándose la conversión de los protones del agua en hidrógeno y por otro lado en el ánodo, los procesos de oxidación, generándose el ion Al^{3+} o el Fe^{2+} ; dependiendo si el ánodo es de aluminio o hierro.

Estos iones de aluminio o hierro se hidratan con rapidez y se forman hidróxidos insolubles del metal, sobre los cuales quedan retenidos los contaminantes; también se forman hidroxocomplejos con carga positiva o negativa, los cuales permiten la coagulación por neutralización de cargas (Barrera D. Carlos, 2014; Li et al., 2011; Mahmud, Rozainy, Abustan, & Baharun, 2016). A continuación se presentan las reacciones principales (Barrera D. Carlos, 2014).



Los principales factores del proceso de electrocoagulación son la densidad de corriente, pH y la temperatura. En este proceso puede haber reacciones secundarias como la oxidación de compuestos orgánicos y de iones cloruro, generando cloro, que puede tener un efecto oxidante importante. Una ventaja de este proceso es el cambio de pH: a) trabajando en condiciones ácidas, el pH aumenta, por la reducción del agua, reacción 5; b) trabajando en condiciones básicas, el pH disminuye, por la precipitación de hidróxidos, reacción 6 (El-Taweel, Nassef, Elkheriany, & Sayed, 2015).



Materiales y métodos

Materiales y reactivos

El muestreo de lixiviado fue realizado a la entrada de la planta de tratamiento y fue almacenado a 4°C , para su posterior análisis. Se utilizó; biftalato de potasio ($\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$) marca MEYER, pureza 95-99%; sulfato de plata (Ag_2SO_4) marca MEYER, pureza 95%; ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) marca MEYER, 95-98% pureza; ácido clorhídrico concentrado (HCl) marca MEYER, pureza 90%; dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) marca MEYER, pureza del 99%; sulfato mercúrico (HgSO_4) marca MEYER, 98% de pureza; sulfato ferroso amoniacal hexahidratado [$\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$] marca MEYER, 98.5-100% de pureza; sulfato ferroso heptahidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) marca KEM, 99% pureza.

Permanganato de potasio (KMnO_4) marca KEM, pureza del 99%; clorhidrato de hidroxilamina ($\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$) marca ALIT, pureza del 96%; acetato de sodio trihidratado ($\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) marca J.T BAKER, pureza del 99.5%; acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) marca MEYER, 97% de pureza; ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), marca KARAL, 99% de pureza; 1,10-fenantrolina monohidratada ($\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$) marca MEYER; peróxido de hidrogeno (H_2O_2), marca KARAL, 29-32% de pureza;

Equipos

Los parámetros de conductividad, pH y temperatura fueron medidos con un equipo multiparamétrico marca HANNA modelo HI 9813-6; la turbidez fue medida con un equipo HANNA modelo HI 93703; para la DQO se usó un reactor digestor marca HACH; para la determinación de sólidos se utilizó un horno y mufla marca FELISA. Para la determinación de especies de hierro por colorimetría se utilizó un equipo espectrofotómetro UV visible CARY 50 y para determinación de Cr total, se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica, marca VARIAN. En el caso de las pruebas de electrocoagulación, se usó una fuente de poder marca BK precisión de 1-20 volts.

Metodologías de análisis

Antes de realizar las determinaciones correspondientes, a cada tratamiento, electro-Fenton y electrocoagulación; las muestras fueron filtradas con un filtro de fibra de vidrio whatman A, para remover material suspendido. Después de realizar cada uno de los tratamientos de electro-Fenton, a cada muestra se le realizaron determinaciones de demanda química de oxígeno total (DQO_t), demanda química de oxígeno disuelta (DQO_d), ión ferroso (Fe^{2+}), ión férrico (Fe^{3+}) y hierro total (Fe_{total}). En el caso del proceso por electrocoagulación posterior al tratamiento se realizaron determinaciones de DQO_t , DQO_d , además, solo en el caso de las pruebas con electrodos de hierro, se determinaron concentraciones de especies de hierro y en las mejores condiciones de este proceso con electrodos de Fe y Al, se determinó la concentración de cromo total (Cr_T).

La determinación de DQO se realizó por el método de reflujo (Association, Association, Federation, & Federation, 1915; NMX-AA-030-SCFI, 2001), la determinación de especies de hierro fue realizada por el método de fenantrolina, que basa su principio en la reducción del Fe a estado ferroso, mediante la acidificación y posterior reacción de acomplejamiento con la fenantrolina (Eaton et al., 1995), una vez coloreada la muestra se realizó medición en el espectrofotómetro UV visible a 508 nm. En caso de estar presente el ión Fe^{3+} , éste se redujo a Fe^{2+} , con ácido ascórbico; permitiendo así la determinación de todas las especies de hierro. La determinación de Cr_T realizada únicamente a las pruebas óptimas se realizó en base a lo estipulado en la; NMX-AA-051-SCFI, 2001, determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas.

Sistemas de tratamiento

Para el proceso de tratamiento electro-Fenton, se utilizó un reactor con un volumen de 1 litro (figura 2). Los electrodos fueron, un cátodo de fieltro de carbón (6 cm x 10 cm x 1 cm), que facilita la reducción de oxígeno y un ánodo dimensionalmente estable (DSA) de Ti-RuO_2 (15cm x 5cm x 1mm). El DSA de Ti-RuO_2 es un ánodo activo, que media la conversión de compuestos orgánicos, puede generar oxígeno en sus sitios activos y cloro (Paramo-Vargas, Camargo, Gutierrez-Granados, Godinez, & Peralta-Hernandez, 2015). La electrogeneración del reactivo Fenton se logró mediante la aplicación de corriente eléctrica a través de los electrodos a pH ácido, ajustando mediante la adición de H_2SO_4 (3M). Para establecer los niveles de hierro, se consideraron los resultados referidos por Mireles-Muñoz & Páramo-V, 2017, cuyo valor óptimo para el tratamiento Fenton fue de 150 mg/L de Fe^{2+} .

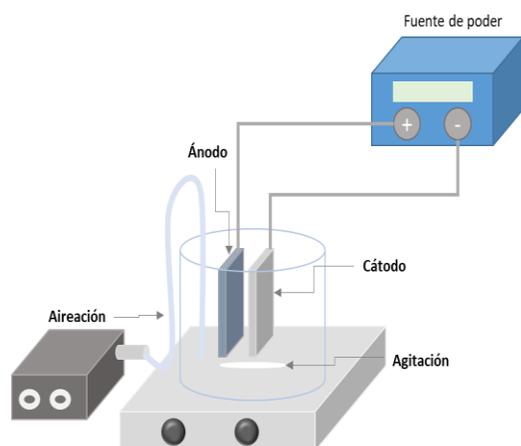


Figura 2 Reactor para tratamiento por proceso electro-Fenton.

En el proceso electro-Fenton se utilizó un pH óptimo de 3 y una temperatura de 23 °C. Se realizó un diseño factorial 3^3 , tipo superficie de respuesta, con una repetición por muestra. Los factores considerados fueron: densidad de corriente (j), concentración inicial de ión ferroso $[Fe^{2+}]_0$ y tiempo de tratamiento (tabla 1). La combinación entre las variables consideradas dio un total de 27 pruebas, las cuales se realizaron por duplicado, dando un total de 54 pruebas.

Factores	Niveles experimentales		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
j (mA/cm ²)	2.5	5	10
$[Fe^{2+}]_0$ (mg/L)	100	150	200
Tiempo (min)	30	40	60

Tabla 1 Factores y niveles experimentales para proceso electro-Fenton

Para el proceso de electrocoagulación, se utilizó un reactor por lote con volumen de 1 litro. Se utilizaron dos tipos de combinaciones en electrodos, cátodo y ánodo de hierro, así como cátodo y ánodo de aluminio (figura 3). La distribución fue tipo placas paralelas; cada placa con una dimensión de 4 cm x 6 cm (24 cm²), con una separación de 1cm aproximadamente y conectadas ambas a la fuente de poder.

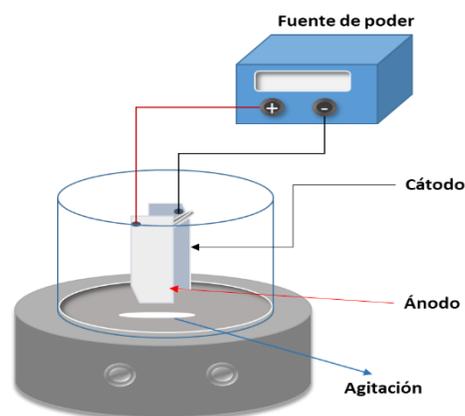


Figura 3 Reactor para tratamiento por proceso de electrocoagulación

Se trabajó con dos factores que fueron: corriente (I) y tiempo, cada factor con 3 niveles diferentes (tabla 2). Se obtuvo un total de 9 pruebas para cada tipo de electrodos.

Factores	Niveles experimentales		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
I (Amperes)	1	2	2.5
Tiempo (min)	10	20	30

Tabla 2 Factores y niveles experimentales para proceso de electrocoagulación

Las pruebas se llevaron a cabo a una temperatura de 23°C; a pH fijo; con valor de 8.2 para el caso de electrodos de hierro y de 6 para el caso de los electrodos de aluminio.

Resultados

Dentro de la etapa de caracterización se obtuvieron los siguientes resultados en el lixiviado antes de tratamiento; pH 8.2, conductividad 6.69 mS/cm, turbidez 91 FTU, DQO_T de 2093 mg/L y Cr_T de 1.8704 mg/L.

Tratamiento electro-Fenton

El tratamiento consistió en ajustar el pH a 3, con H₂SO₄ (3M) y la adición de una sal de hierro, el FeSO₄·7H₂O, que aporta los iones Fe²⁺, que funcionan como catalizador de los radicales hidroxilo. Una vez ajustado el pH y agregada la sal, se activó la aireación y agitación del sistema; observando en general, gran generación de espuma.

Las condiciones óptimas encontradas para el proceso electro-Fenton se obtuvieron a una $[\text{Fe}^{2+}]_0$ de 100 mg/L y j de 10 mA/cm², en un tiempo de 60 min. Bajo estas condiciones se obtuvo una eficiencia de remoción de Cr_T , del 77%, en turbidez del 82% y en DQO_t del 72.62%, equivalente a una concentración de 573 mg/L en DQO_d y 707 mg/L en DQO_g . Con estos datos obtenidos se determinó, que de la DQO_T , el 66.22% fue removida por oxidación y el 6.4% restante por coagulación. Esta situación predominó en la mayoría de las pruebas realizadas; la mayor remoción se debe al proceso de oxidación. En general se observó poca generación de lodo residual representada por los sólidos sedimentables (El-Taweel et al., 2015), en promedio se obtuvo un valor de 109 mL/L de SSe para este proceso.

En la figura 4, se presentan las condiciones finales en concentración de DQO_d , considerando todas las pruebas realizadas. Se puede apreciar que a concentraciones de 150 y 200 mg/L de la $[\text{Fe}^{2+}]_0$, el comportamiento con las 3 corrientes y a lo largo del tiempo es muy similar. Para el caso de la $[\text{Fe}^{2+}]_0$ de 200 mg/L, las mayores disminuciones en la concentración son ligeramente mejores a una I de 0.6 A, mientras que para la $[\text{Fe}^{2+}]_0$ de 150 mg/L, la mejor eficiencia la encontramos a una I de 0.3 A, sin embargo, pasando los 50 min la I de 0.6 A, es ligeramente mejor para la disminución de DQO_d . Para ambos casos se observa que, pasando los 55 min, no hay más remoción de DQO , teniéndose una situación estable.

En el caso de la $[\text{Fe}^{2+}]_0$ de 100 mg/L, se puede observar que dentro de los primeros 40 minutos las mejores concentraciones finales de DQO_d , están a una I de 0.3 A, sin embargo, pasando los 45 minutos hay una disminución que supera todas las pruebas realizadas a una I de 0.6 A.

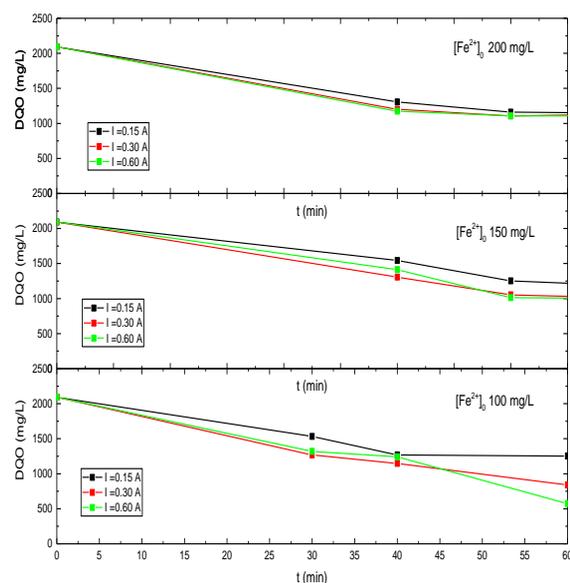


Figura 4 Concentraciones finales de DQO_d en pruebas con el proceso electro-Fenton

Debido a la oxidación del Fe^{2+} a Fe^{3+} , se lleva a cabo el proceso de coagulación, que se presenta con la generación de lodos muy finos capaces de sedimentar y en algunos casos flotar, lo que permite la clarificación del lixiviado y disminución en la concentración de DQO ; además el Fe^{2+} en presencia del H_2O_2 generado en el cátodo produce los radicales $\bullet\text{OH}$, que llevan a cabo la oxidación de la materia orgánica (P.V & Gandhimathi, 2012; Sharma, Ruparelia, & Patel, 2011). Durante las pruebas en general, el voltaje se mantuvo aproximadamente constante y hubo un incremento en la conductividad debido a las sales agregadas de hierro. Para la prueba óptima representada en el gráfico anterior a condiciones de $[\text{Fe}^{2+}]_0$ de 100 mg/L, I de 0.6 A y tiempo de 60 minutos, se realizó la determinación de especies de hierro a 30, 40 y 60 min; los resultados se presentan en la tabla 3.

Condición	Absorbancia (a $\lambda=508$ nm)	Fe^{2+} (mg/L)	Absorbancia (a $\lambda=508$ nm)	Fe_{total} (mg/L)	Fe^{3+} (mg/L)
$[\text{Fe}^{2+}]_0$:100 mg/L t:30min I: 0.6 A	0.1172	30.407 9	0.2635	67.853 7	37.4459
$[\text{Fe}^{2+}]_0$:100 mg/L t:40min I: 0.6 A	0.0820	21.382 5	0.2285	58.892 3	37.5099
$[\text{Fe}^{2+}]_0$:100 mg/L t:60min I: 0.6 A	0.0522	13.765 3	0.2273	58.597 9	44.8326

Tabla 3 Concentraciones de especies de hierro a condiciones óptimas con tiempos de 30, 40 y 60 minutos, para pruebas con proceso electro-Fenton

En relación a la $[\text{Fe}^{2+}]_0$, cuando su valor aumenta, la DQO_d final, lo hace también, reduciéndose la eficiencia, lo cual es importante a considerar, al diseñar su aplicación real; pues la mejor condición es una de menor gasto de reactivos. En relación de las especies de hierro, los valores de la tabla 3, muestran como predomina la forma de Fe^{3+} , debido a la oxidación del Fe^{2+} y su valor alto indica el poco efecto de la precipitación en la remoción de contaminantes y por tanto la mayor importancia de la oxidación. La figura 5, muestra como la disminución de la concentración de Fe^{2+} , es lenta; congruente con el comportamiento de la DQO_d en la figura 4; indicando que el proceso es lento, lo cual debe considerarse para el diseño, pues afectará el tamaño de las unidades.

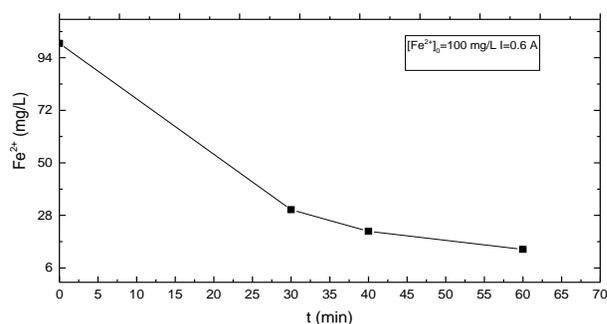


Figura 5 Concentraciones de Fe^{2+} en la prueba con condiciones óptimas del proceso electro-Fenton

Con respecto al diseño de experimentos, este fue realizado con un intervalo de confianza del 95%, con lo que se obtuvo un valor de R^2 del 78.05%. El diagrama de Pareto, presentado en la figura 6, muestra que los factores que mayor influencia tienen en el proceso son el tiempo y la densidad de corriente (\hat{j}).

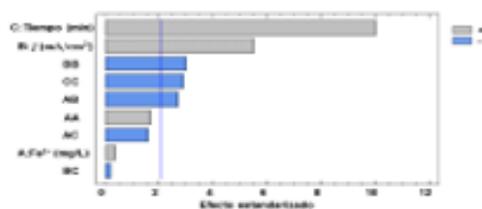


Figura 6 Diagrama de Pareto para eficiencia de remoción de DQO en proceso electro-Fenton.

A continuación (Figura 7), se puede observar un comparativo de los 3 factores y los efectos de cada uno, en cuanto a la eficiencia de remoción de DQO . En cuanto al efecto del Fe^{2+} se aprecia que a concentraciones de 100 mg/L se logra un efecto muy similar que al de 200 mg/L; con un valor mínimo ligeramente menor entre ellos.

Esto confirma lo observado en el diagrama de Pareto, que muestra la poca influencia de la $[\text{Fe}^{2+}]_0$ en la remoción de DQO . Con respecto a la densidad de corriente (\hat{j}), se observa que al aumentar se logra mayor eficiencia, sin embargo, en un valor aproximado de 6 mA/cm^2 , la eficiencia empieza a disminuir. Finalmente, en relación al tiempo conforme aumenta logra mayor eficiencia y pasando los 50 minutos el efecto se mantiene estable.

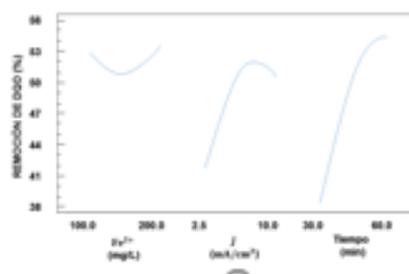


Figura 7 Efectos principales para la eficiencia en la remoción de DQO , para el tratamiento electro-Fenton

El gráfico de superficie de respuesta (figura 8), muestra las mejores condiciones del diseño experimental. Se puede apreciar que la concentración $[\text{Fe}^{2+}]_0$ ideal se encuentra cercana a los 100 mg/L, a una densidad de corriente de 10 mA/cm^2 y que, a partir de los 45 min, la eficiencia permanece constante.

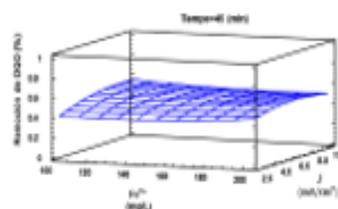


Figura 8 Gráfico de superficie de respuesta, principales efectos de eficiencia para remoción DQO_d , para el tratamiento electro-Fenton.

Tratamiento electrocoagulación

En el tratamiento por electrocoagulación, las mejores condiciones experimentales de tratamiento fueron con una corriente (I) de 2 A y en un tiempo de 30 minutos, logrando una eficiencia de remoción en DQO del 53% y 54.23%, con electrodos de Fe y Al respectivamente (Gráfico 1). Las eficiencias de remoción de turbidez fueron del 76.70% y 56.75% con electrodos de Al y Fe, respectivamente; mientras que en relación a la remoción de Cr_T, los valores fueron de 94.06 % y 94.91% en cada caso. En este proceso también se observó poca generación de lodo residual, en promedio de 159 mL/L en SSE y de 146 mL/L, para electrodos de Fe y Al respectivamente.

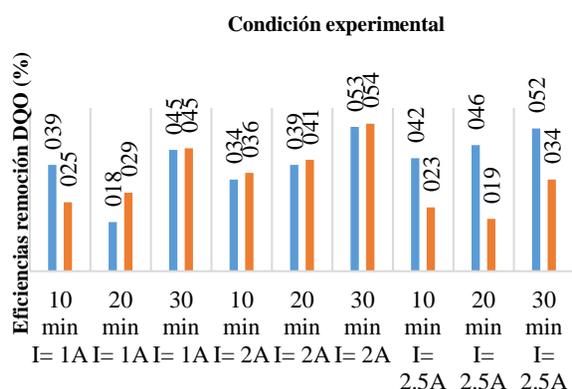


Gráfico 1 Comparativo de eficiencias de remoción de DQO entre electrodos de Fe y Al

Una vez definidas las condiciones óptimas, se realizó el proceso de electrocoagulación en un reactor continuo, con electrodos de Fe, bajo condiciones de I de 2 A, tomando muestras a los 10, 20 y 30 minutos, con un flujo de 1.9 L/h (figura 9). Los resultados obtenidos de DQO_d y sus porcentajes de remoción se presentan en la tabla 4. Se puede observar que la remoción obtenida fue ligeramente mayor que en los reactores por lotes. Esto es importante, pues es una comprobación de la funcionalidad del proceso en continuo.

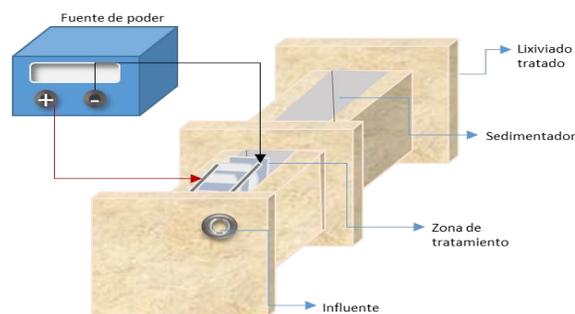


Figura 9 Reactor continuo para tratamiento mediante proceso de electrocoagulación.

Condiciones	Dqo _d (mg/L)	Eficiencia (%)
t=10 min I= 2A	1093	50.61
t=20 min I= 2 ^a	1173	47.00
t=30 min I= 2A	933	57.84

Tabla 4 Concentraciones de DQO_d en agua tratada por electrocoagulación en reactor continuo con electrodos de Fe

Al trabajar con electrodos de Fe y Al, estos presentan un desgaste después del tratamiento. En la tabla 5, se presenta el % de reducción de peso de los electrodos. De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que a mayor densidad de corriente el desgaste en electrodos aumenta, además el desgaste es mayor en el electrodo que realiza el proceso de oxidación, es decir el ánodo, tal como se esperaba.

Condición	Electrodo	Electrodos Fe Desgaste (%)	Electrodos Al Desgaste (%)
I= 1A t=30 min	Ánodo	0.77	0.40
	Cátodo	0.07	0.01
I= 2A t=30 min	Ánodo	1.36	1.10
	Cátodo	0.09	0.14
I= 2.5A t=30 min	Ánodo	1.50	1.51
	Cátodo	0.04	0.12

Tabla 5 Reducción en peso (%) en electrodos de Fe y Al después de proceso de electrocoagulación

En la figura 10, se aprecia un comparativo entre las concentraciones de DQO_d, posteriores al tratamiento por electrocoagulación, con electrodos de Fe y Al. Para ambos casos se puede apreciar que, a los 30 min, se logró la mayor disminución de concentración en DQO con una I de 2 A. Para el caso de los electrodos de Al esta corriente logró los mejores resultados en los tres tiempos. En el caso de las pruebas con electrodos de hierro, con la corriente de 2.5 A, se obtuvieron mejores resultados antes de los 30 minutos; ya que en este tiempo la corriente de 2 A, logró ligeramente, mejores resultados. Otro aspecto importante sucede alrededor de los 20 minutos ya que en este punto se logra percibir un ligero incremento en la concentración de DQO a una I de 2.5 A en los electrodos de Al y de una I de 1 A en los de Fe.

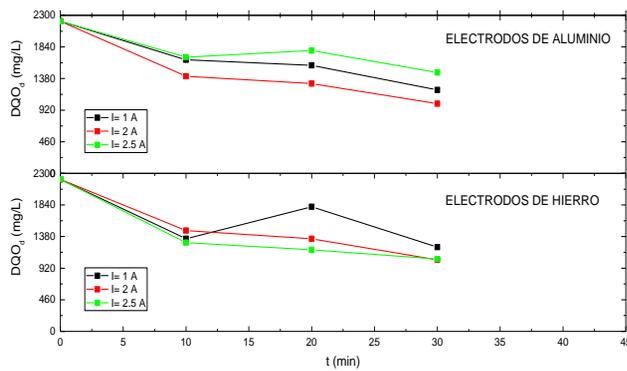


Figura 10 Concentraciones finales de DQO_4 , en pruebas de tratamiento con electrocoagulación

Dentro del proceso de electrocoagulación se determinaron especies de hierro únicamente a las pruebas que utilizaron electrodos de Fe, considerando el factor tiempo con sus 3 niveles respectivos. Los resultados de concentración de Fe^{2+} se presentan en la figura 12. Se observa que las mejores concentraciones de Fe^{2+} , corresponden a las pruebas con corriente de 2.5 A; congruente con lo relativo a la remoción de DQO, comentado anteriormente.

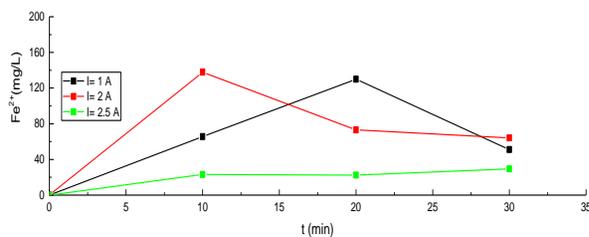


Figura 12 Concentraciones del Fe^{2+} a lo largo del proceso electrocoagulación con electrodos de Fe

El comportamiento observado de la concentración de Fe^{2+} , que en la condición de corriente de 2 A, tiene valores bajos, se debe a que el mecanismo principal de remoción es la coagulación. La mayor parte del hierro queda en los flóculos.

Conclusiones

Proceso electro-Fenton

El proceso electro-Fenton fue el mejor en cuanto a remoción de la $[DQO]_0$. Además, comparado con el proceso Fenton convencional evaluado por Mireles, 2017, su eficiencia fue muy similar; el proceso Fenton logró un 75%, mientras que el electro-Fenton un 72%. Sin embargo, algunas ventajas del proceso electro-Fenton son:

- Menor consumo de $[Fe^{2+}]_0$, ya que el proceso Fenton requirió de una concentración de 150 mg/L, mientras que el proceso de electro-Fenton únicamente de 100 mg/L.
- No requiere adición de H_2O_2 , dado que es generado in situ, mediante la reducción del oxígeno en el cátodo. Para el caso del proceso Fenton, se determinó que se requería una concentración de 1500 mg/L.
- No genera H_2O_2 residual ya que es consumido durante la reacción.
- El proceso electro-Fenton superó al proceso Fenton, en la remoción de eficiencia de Cr_T logrando un 77.16%, mientras que el proceso Fenton, alcanzó el 54.5%.

Proceso electrocoagulación

Para el proceso de electrocoagulación por lote, se logró la mejor eficiencia de remoción en la $[DQO]_0$, con los electrodos de Al del 54.23%, a mismas condiciones los electrodos de Fe, alcanzaron una eficiencia del 53%, muy similares entre ambos electrodos. Sin embargo, al realizar la prueba en un reactor continuo las eficiencias en remoción de DQO se incrementaron a un 57.84%. Al realizar el comparativo con los procesos físico-químicos de $Al_2(SO_4)_3$ y $Fe_2(SO_4)_3$, evaluados por Mireles-Muñoz & Páramo-V, 2017, éstos alcanzaron eficiencias del 56.2% y 77.3% respectivamente, superando al proceso de electrocoagulación; sin embargo estos tratamientos físico-químicos requieren un volumen considerable de productos químicos como sales de Al y Fe, floculante, ácidos y bases para ajuste de pH; lo cual significa elevados costos por tratamiento.

Con base en el comparativo entre el proceso de electrocoagulación con los físico-químicos se puede destacar lo siguiente:

- El tratamiento por electrocoagulación es rápido requiriendo como tiempo máximo 30 minutos.

- Los agentes coagulantes (Fe^{2+} y Al^{3+}) son generados in situ, con la capacidad de remover contaminantes solubles y coloidales. Mientras que en los procesos fisicoquímicos se requieren altas concentraciones en productos químicos.
- Para el caso del proceso con electrocoagulación, solo en el caso de las pruebas con electrodos de Al, se usó al inicio H_2SO_4 (3M) para llevar el pH a 6.
- Posterior al tratamiento con electrocoagulación, el pH final para ambos electrodos es muy cercano a 7, por lo que no requiere un ajuste posterior, mientras que en los procesos físico-químicos fue necesario realizar ajuste en pH, incrementando los costos.
- Al trabajar en un reactor continuo las eficiencias en remoción de DQO, aumentaron debido a que el reactor facilitó la sedimentación y separación de lodo.

Conclusiones generales

Los resultados obtenidos, demostraron que los tratamientos por oxidación avanzada para este tipo de lixiviados, son muy efectivos y es una alternativa atractiva respecto a métodos tradicionales. Esto se debe al menor requerimiento de productos químicos. Además, en cuanto a remoción de Cr_T en todos los casos los procesos de electro-Fenton y electrocoagulación superaron los convencionales, evaluados por Mireles-Muñoz & Páramo-V, 2017. Una opción para incrementar las eficiencias o la remoción de contaminantes remanentes es la combinación con otros métodos, ya que en algunos estudios realizados, estos procesos se combinan con tratamientos como la adsorción, como es el caso de la investigación realizada por San Pedro-Cedillo et al., 2015, quien al trabajar con lixiviado de Mérida, Yucatán, logró eficiencias superiores al 99% en remoción de DQO, nitrógeno total, COT y color con un proceso de Fenton-adsorción. Así estos métodos se pueden considerar como una opción muy eficiente de pretratamiento o un tratamiento unitario, esto dependiendo de las características de los contaminantes presentes en el afluente.

Agradecimientos

Nuestros agradecimientos a la Universidad Tecnológica de León y al Sistema Integral de Aseo Público de León, Guanajuato, por su apoyo y colaboración a lo largo de la realización del presente proyecto.

Referencias

Association, A. P. H., Association, A. W. W., Federation, W. P. C., & Federation, W. E. (1915). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*: American Public Health Association.

Babuponnusami, A., & Muthukumar, K. (2014). A review on Fenton and improvements to the Fenton process for wastewater treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(1), 557-572. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jece.2013.10.011>

Barrera D. Carlos, E. (2014). *Aplicaciones electroquímicas al tratamiento de aguas residuales*.

Daghrir, R., & Drogui, P. (2013). Coupled electrocoagulation-electro-Fenton for efficient domestic wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*, 11(2), 151-156. doi:10.1007/s10311-012-0390-2

Dimitrijević, S. B., Dimitrijević, S. P., & Vuković, M. D. (2013). *Modern water treatment by electrochemical oxidation-a review*. Paper presented at the 17th International Research/Expert Conference, Istanbul.

Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Association, A. P. H., Greenberg, A. E., Federation, W. P. C., Association, A. W. W., . . . Federation, W. E. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*: American Public Health Association.

El-Taweel, Y. A., Nassef, E. M., Elkheriany, I., & Sayed, D. (2015). Removal of Cr(VI) ions from waste water by electrocoagulation using iron electrode. *Egyptian Journal of Petroleum*, 24(2), 183-192. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2015.05.011>

- Haber, F., & Weiss, J. (1934). The Catalytic Decomposition of Hydrogen Peroxide by Iron Salts. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 147(861), 332-351.
- Li, X., Song, J., Guo, J., Wang, Z., & Feng, Q. (2011). Landfill leachate treatment using electrocoagulation. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 1159-1164. doi:https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.09.185
- Mahmad, M. K. N., Rozainy, M. A. Z. M. R., Abustan, I., & Baharun, N. (2016). Electrocoagulation Process by Using Aluminium and Stainless Steel Electrodes to Treat Total Chromium, Colour and Turbidity. *Procedia Chemistry*, 19, 681-686. doi:https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.03.070
- Mireles-Muñoz, H. E., & Páramo-V, J. (2017). Tratamiento del lixiviado del antiguo relleno sanitario La Reserva mediante procesos Fenton y fisicoquímico. *Revista de Ingeniería Tecnológica*, 1.
- Neyens, E., & Baeyens, J. (2003). A review of classic Fenton's peroxidation as an advanced oxidation technique. *Journal of Hazardous Materials*, 98(1), 33-50. doi:https://doi.org/10.1016/S0304-3894(02)00282-0
- NMX-AA-030-SCFI-2001 Análisis de agua-Determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba., (2001). NMX-AA-051-SCFI-2001, Análisis de agua-Determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas-Método de prueba., (2001).
- P.V, N., & Gandhimathi, R. (2012). *Trends in Electro-Fenton Process for Water and Wastewater Treatment: An Overview* (Vol. 299). Paramo-Vargas, J., Camargo, A. M. E., Gutierrez-Granados, S., Godinez, L. A., & Peralta-Hernandez, J. M. (2015). Applying electro-Fenton process as an alternative to a slaughterhouse effluent treatment. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 754, 80-86. doi:https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2015.07.002
- Peralta-Hernández, J., Martínez-Huitile, C. A., Guzmán Mar, J., & Hernández-Ramírez, A. (2009). *Recent Advances in the Application of Electro-Fenton and Photoelectro-Fenton Process for Removal of Synthetic Dyes in Wastewater Treatment* (Vol. 19).
- Ruíz, Á. (2005). La electrocoagulación: una alternativa para el tratamiento de aguas residuales. *Lasallista de Investigación*, 2(1), 49-56.
- San Pedro-Cedillo, L., Méndez-Novelo, R. I., Rojas-Valencia, M. N., Barceló-Quintal, M., Castillo-Borges, E. R., Sauri-Riancho, M. R., & Marrufo-Gómez, J. M. (2015). Evaluation of adsorption and Fenton-adsorption processes for landfill leachate treatment. *Revista mexicana de ingeniería química*, 14, 745-755.
- Sharma, S., Ruparelia, J., & Patel, M. L. (2011). *A general review on Advanced Oxidation Processes for waste water treatment*. Paper presented at the Nirma University International Conference, Ahmedabad, Gujarat.
- Silva, T. F. C. V., Fonseca, A., Saraiva, I., Vilar, V. J. P., & Boaventura, R. A. R. (2013). Biodegradability enhancement of a leachate after biological lagooning using a solar driven photo-Fenton reaction, and further combination with an activated sludge biological process, at pre-industrial scale. *Water Research*, 47(10), 3543-3557. doi:https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.04.008
- Sirés, I., Brillas, E., Oturan, M., Rodrigo, M., & Panizza, M. (2014). *Electrochemical Advanced Oxidation Processes: Today and Tomorrow. A Review* (Vol. 21).
- Umar, M., Aziz, H. A., & Yusoff, M. S. (2010). Trends in the use of Fenton, electro-Fenton and photo-Fenton for the treatment of landfill leachate. *Waste Management*, 30(11), 2113-2121.
- Wang, C.-T., Hu, J.-L., Chou, W.-L., & Kuo, Y.-M. (2008). Removal of color from real dyeing wastewater by Electro-Fenton technology using a three-dimensional graphite cathode. *Journal of Hazardous Materials*, 152(2), 601-606. doi:https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.07.023

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa San Luis Taxhimay, Municipio de Villa del Carbón en el Estado de México

Physicochemical and microbiological characterization of the San Luis Taxhimay dam, Municipality of Villa del Carbón in the State of Mexico

TOLEDO-TREJO, Erika*† y RAZO-PAREDES, José Trinidad

Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. Av. Emiliano Zapata S/N, El Trafico, 54400 Villa Nicolás Romero, México

ID 1^{er} Autor: Erika, Toledo-Trejo/ ORC ID: 0000-0002-8444-1879, CVU CONACYT ID: 869828

ID 1^{er} Coautor: José Trinidad, Razo-Paredes/ Researcher ID Thomson: X-3117-2018, CVU CONACYT ID: 953362

Recibido 6 de Abril, 2018; Aceptado 19 de Junio, 2018

Resumen

Los cuerpos de agua artificiales permiten tener una reserva para su uso en cualquier época del año. La Presa Taxhimay se ubica en el municipio de Villa de Carbón, Edo. de Méx; este recurso hídrico es usada para riego y fines recreativos. En este trabajo se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica del cuerpo de agua en un periodo de 10 meses, estableciendo 10 puntos de muestreo. Se encontró que los nutrientes SO₄, NO₃ y PO₄ favorecieron la presencia de microalgas en la presa Taxhimay, siendo preocupante la presencia de algas tóxicas. La presencia de enterobacterias fue constante a lo largo de todo el estudio. Consideramos necesario identificar las fuentes que favorecieron niveles altos de nutrientes y contaminantes microbiológicos, para así establecer estrategias o un plan de manejo de dicho presa para que este pueda cumplir los fines para la que fue creada.

Caracterización, fisicoquímica, Microbiológicos, presa, Taxhimay

Abstract

The artificial bodies of water allow having a reserve for use at any time of the year. The Taxhimay Dam is located in the municipality of Villa de Carbón, Edo. from Mexico; This water resource is used for irrigation and recreational purposes. In this work, the physicochemical and microbiological characterization of the water body was carried out in a period of 10 months, establishing 10 sampling points. It was found that the nutrients SO₄, NO₃ and PO₄ favored the presence of microalgae in the Taxhimay dam, being worrisome the presence of toxic algae. The presence of enterobacteria was constant throughout the study. We consider it necessary to identify the sources that favored high levels of nutrients and microbiological contaminants, in order to establish strategies or a management plan for this dam so that it can fulfill the purposes for which it was created.

Characterization, physicochemical, Microbiological, prey, Taxhimay

Citación: TOLEDO-TREJO, Erika y RAZO-PAREDES, José Trinidad. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa San Luis Taxhimay, Municipio de Villa del Carbón en el Estado de México. Revista de Innovación Sistemática 2018. 2-6: 23-28

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: eritotr@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las presas nos permiten tener una reserva de agua para su uso posterior y proporcionan energía hidroeléctrica así como un cierto nivel de protección contra precipitaciones extremas. Si son diseñadas correctamente, las presas permiten que el agua esté disponible en épocas en las que, en su ausencia, no sería así, por lo tanto se incrementan los recursos hídricos renovables aprovechables. Esto es particularmente importante en países en los que el agua disponible durante la temporada seca y la temporada de lluvias varía considerablemente (FAO, 2016)

La Presa Taxhimay se encuentra ubicada en la comunidad de San Luis Taxhimay, en Villa de Carbón en el estado de México y forma parte del acuífero Tepeji del Río. Originalmente era usada para el control de avenidas, actualmente opera como una obra de almacenamiento. La presa se abastece del Río San Luis de Las Presas, afluente del Río Tepeji y alimenta una zona de riego de 2,100 hectáreas localizada aguas abajo entre su cortina y el embalse de la Presa Requena (DOF, 2016). También es usada con fines turísticos que incluyen pesca, paseo en lancha, etc. (Hernández, N y Rosas, J. 2010). La SAGARPA señala que hasta el 2010 la superficie bajo riego en México se abastece con agua superficial representando el 71% aportado por presas de almacenamiento (SAGARPA, 2012).

Con lo antes expuesto es de importancia el cuidado y conservación de la calidad del agua de la presa, por tal motivo el objetivo de este trabajo fue realizar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de dicho cuerpo de agua. Este monitoreo permitirá conocer la calidad y el cuidado que se le está dando y si es necesario un plan de manejo para mantener o mejorar su calidad y así siga siendo útil para los usos para que fue destinada.

Metodología

Se realizaron muestreos mensuales de septiembre del 2017 a julio del 2018 con el fin de verificar el comportamiento físico, químico y microbiológico del cuerpo de agua; el muestreo fue aleatorio estimando 10 a 14 puntos de muestreo para la superficie del cuerpo de agua, se escogieron solo 10 ubicándolos geográficamente (tabla 1, figura 1) en zonas de afluentes que nutren a la presa, como se muestra en la imagen 1; abarcando puntos del centro y orilla del cuerpo de agua, esto para obtener muestras homogenizadas y representativas, de acuerdo con la NOM-014-SSA1-1993.

Punto de muestreo	Ubicación GPS
Punto No 1	N 19° 50' 15.7" W 099° 24' 0.67"
Punto No 2	N 19° 50' 06.6" W 099° 24' 19.2"
Punto No 3	N 19° 49' 56.6" W 099° 24' 20.1"
Punto No 4	N 19° 49' 13.4" W 099° 24' 32.5"
Punto No 5	N 19° 49' 05.8" W 099° 24' 30.7"
Punto No 6	N 19° 49' 10.1" W 099° 24' 05.5"
Punto No 7	N 19° 49' 23.4" W 099° 23' 43.6"
Punto No 8	N 19° 49' 50.5" W 099° 23' 10.4"
Punto No 9	N 19° 50' 00.2" W 099° 23' 19.4"
Punto No 10	N 19° 49' 57.6" W 099° 23' 46.2"

Tabla 1 Localización geográfica de los puntos de muestreo en la Presa Taxhimay



Figura 1 Señalización de la distribución de los puntos de muestreo

Se determinaron parámetros en campo como: pH, OD, turbidez, conductividad eléctrica y temperatura con instrumentos de medición todos ellos marca Hanna (potenciómetro/temperatura/conductividad eléctrica, oxímetro, nefelómetro); para alcalinidad, acidez, cloruros se determinaron mediante análisis volumétrico. Nitratos, fosfatos y sulfatos por espectrofotometría, aplicando las NMX 029, 036, 072, 073, 074 y 079.

Con respecto al análisis microbiológico se determinaron microalgas y enterobacterias. Para el caso de microalgas se obtuvieron muestras en envases de medio litro limpios y se transportaron a temperatura ambiente, el día de la colecta se realizaron observaciones *in vivo* para la identificación mediante microscopía óptica y usando las claves taxonómicas de Bellinger, E. y Sigge, D. (2010). Para la determinación de enterobacterias se muestreo usando vasos whinkler ambar previamente esterilizados en autoclave a presión de 121 lb y se realizaron siembras en los medios previamente preparados agar Eosina-Azul de metileno, incubándolos a 37 °C por un periodo de 24-48 horas, revisándolos posterior a la incubación en el periodo antes descrito.

Resultados y Análisis

Resultados fisicoquímicos.

La grafica 1 muestra los parámetros obtenidos en campo: Temperatura, turbidez, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica, durante el periodo de septiembre del 2017 a julio del 2018. La NOM 127 de la SSA establece los límites máximos permisibles LMP que deben presentar el agua natural o para consumo humano, la temperatura, turbidez están dentro de los rangos establecidos, el pH es ligeramente alcalino en rangos que van de 6.2 hasta 8.1, el OD tiene variaciones que oscilan desde 1.6 en junio hasta 4.6 en enero. En cuanto a la conductividad eléctrica existen valores muy extremos, probablemente por la presencia y elevada concentración de iones (sales).

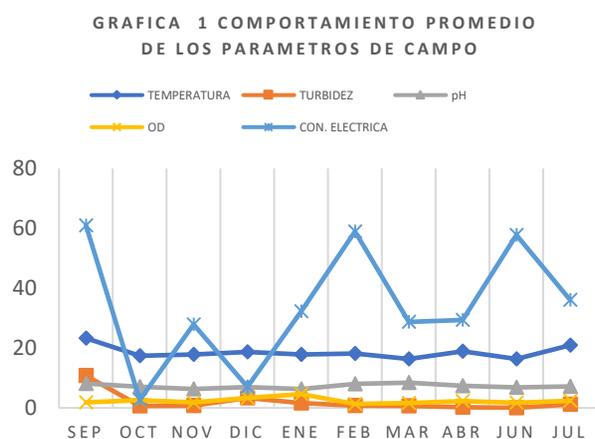


Gráfico 1

La grafica 2 muestra los resultados obtenidos por análisis volumétrico como son: Acidez, alcalinidad y cloruros, durante el periodo de septiembre del 2017 a julio del 2018. Se puede verificar que los valores de acidez 6.02 a 8.6 y cloruros son muy bajos, menores a 0.27mg/L. Mientras que los niveles de alcalinidad oscilan desde 67.7 mg/L hasta 162 mg/L considerando al cuerpo de agua ligeramente alcalino, esto bajo los LMP de la normatividad para aguas naturales.

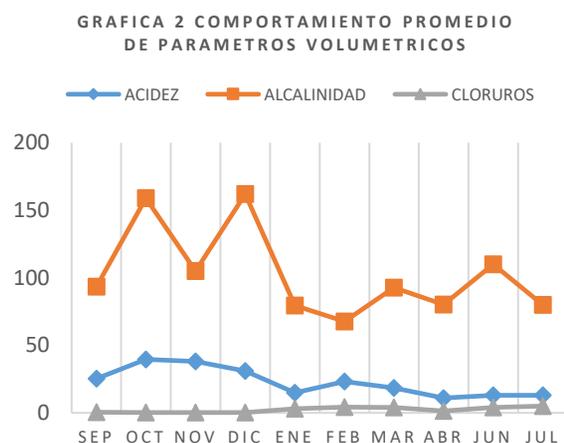


Gráfico 2

La grafica 3 muestra los resultados obtenidos por análisis espectrofotométrico como son: Sulfatos, fosfatos y nitratos, durante el periodo de septiembre del 2017 a julio del 2018. Los valores de fosfatos van 600 mg/L en abril hasta 1000 mg/L en octubre, para un cuerpo de agua natural son muy elevados (NOM- 127); los valores de nitratos son estables, es decir si variación se encuentra entre los 200-400 mg/L durante todo el periodo de estudio, sin embargo, excede los LMP para aguas naturales (NOM-127). Los valores de sulfatos se comportan en incremento desde 70 ppm en septiembre hasta 820 ppm para julio, las elevadas concentraciones de estos iones son de gran importancia para el análisis del comportamiento del cuerpo de agua.

GRAFICA 3: COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE PARAMETROS ESPECTROFOTOMETRICOS

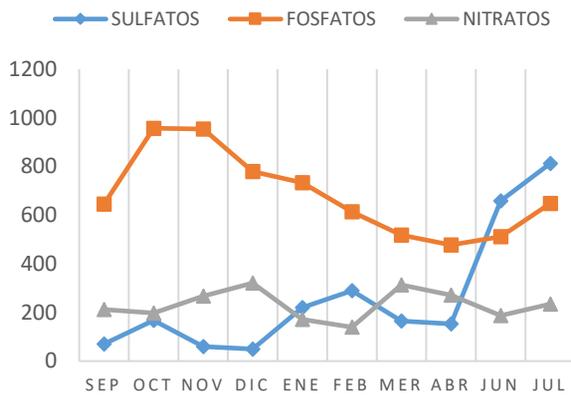


Gráfico 3

Resultados microbiológicos

Enterobacterias

La familia *Enterobacteriaceae* constituye un grupo grande y heterogéneo de bacterias gramnegativas. Reciben su nombre por la localización habitual como saprofitos en el tubo digestivo, aunque se trata de gérmenes ubicuos, encontrándose de forma universal en el suelo, el agua y la vegetación, así como formando parte de la flora intestinal normal de muchos animales además del hombre. *Escherichia coli* es el microorganismo más prevalente de esta Familia (Prado, V. et. al; 2012) de tal manera que pueden ser considerados como indicadores de calidad del agua. Así en este trabajo se determinó la presencia de estas en la presa en cuestión teniendo los resultados que se muestran a continuación.

En la gráfica 4 se presenta los diez puntos de muestreo establecidos en la Presa. Como se puede observar el muestreo con menor contaminación fue el punto 10 el central y más profunda de la presa. Para este punto los meses que no presentaron contaminación por enterobacterias fueron septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

GRÁFICA 4. CONTAMINACIÓN POR ENTEROBACTERIAS A LO LARGO DE TODOS LOS PERIODOS DE MUESTREO EN PRESA TAXHIMAY.

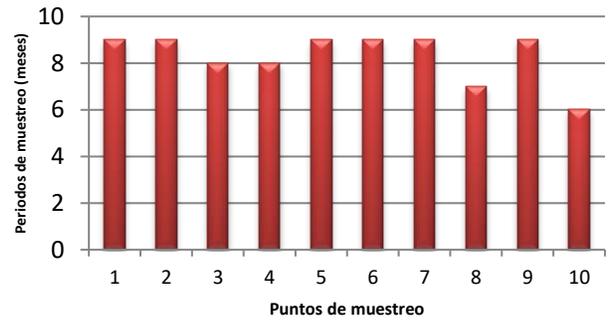


Gráfico 4

En la gráfica 5 se representa los periodos con respecto a los puntos muestreados. Los periodos mas limpios en cuanto a este grupo bacteriano fueron diciembre con 3 puntos contaminados y noviembre con 4 puntos contaminados. De Septiembre a Diciembre se presento una disminución en los puntos contaminados, sin embargo a partir de Enero se presenta un aumento hasta a encontrar contaminación bacteriana en todos los puntos de muestreo establecidos y este comportamiento se continuo hasta el ultimo periodo de muestreo que corresponde a Julio.

GRÁFICA 5. CONTAMINACIÓN POR ENTEROBACTERIAS POR PERÍODO DE MUESTREO

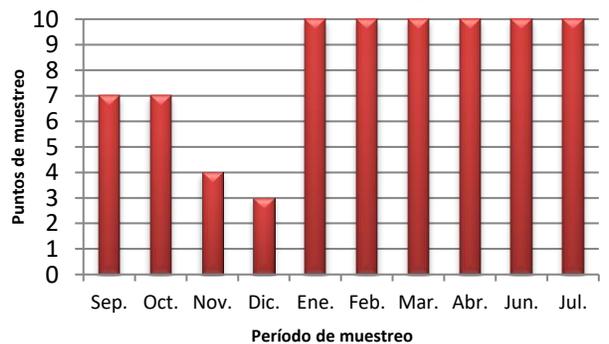


Gráfico 5

Resultados de Microalgas

Lujan, A. y colaboradores en 2005 sugieren que usar las algas presentes en el agua permite conocer la calidad de ella gracias a su sensibilidad a los cambios del medio en que viven, por tanto se convierten en un referente del estado ecológico de cualquier sistema acuático. En los 10 periodos de muestreo se encontraron en total solo 6 representantes de microalgas, siendo estas del grupo de algas verdes *Chorella*, de algas verde-azules *Microsystis*, *Anabaena* y *Coelosphaerium* y de diatomeas se encontró a *Asterionella* y *Ursolenia*.

El caso de *Chorella* se presentó solo en el muestreo del mes de abril y solo en el punto 5, esta microalga tiene la capacidad de cambiar su metabolismo de autótrofo a heterótrofo y es conocida por ser endosimbionte de vertebrados. La escases de algas verdes en el agua nos indica que hay baja cantidad de nutrientes (Bellinger, G. y Sigee, D; 2010), en este periodo se registraron las menores concentraciones de los iones sulfatos, fosfatos y nitratos considerados los principales nutrientes en cuerpos de agua.

En el caso de las algas verde azules encontradas tenemos a *Coelosphaerium* del cual sus colonias son común en zonas planctónicas y ha sido reportado en zonas eutróficas con enriquecimiento de nitratos (Valadez, F. et. al. 2013), Fue observada en noviembre y diciembre en todos los puntos de muestreo, en este periodo se registraron valores de nitratos entre 200 a 300 mg/L. En el caso de *Microcystis* es una microalga colonial común en aguas quietas, planctónica y que ha sido reportada en épocas de otoño en zonas mesotróficas (Sigge, D. 2004), este microorganismo produce toxinas como la microcistina por lo que es considerada una alga toxica (Valadez, F. et. al. 2013) esta alga fue encontrada en la presa en octubre, noviembre, diciembre y julio, dichos periodos presentaron los niveles más altos de fosfatos como se mostró en la gráfica 3. Es importante señalar que las microcistinas inhiben las proteínas fosfatasas PP1 y PP2 las cuales están implicadas en muchos procesos biológicos como la división celular, la síntesis de proteínas, la señalización celular, la contracción muscular, el transporte de calcio, etc. (Wera et al, 1995).

En el caso de *Anabaena* ha señalado que se desarrolla mejor en contenidos altos de fósforo, tanto en el agua como en el suelo (Lumpkin, T. y Plucknett, D. 1980), esta cianobacteria se presentó en los periodos de septiembre, diciembre y julio en todos los puntos de muestreo, octubre en el punto 1 y 2, noviembre en todos los puntos excepto 1 y 2. Es importante señalar que los niveles de fosfatos son considerados altos (600-800 mg/L) con respecto al NOM-127, lo cual favoreció la presencia de esta microalga.

Finalmente representantes del grupo de diatomeas encontramos a *Uroselenia* y *Asterionella*. *Uroselenia* es una microalga solitaria que se presenta en ambientes ligeramente alcalinos y en el caso de la segunda es un alga que puede otorgar sabor al agua (Bellinger, G. y Sigee, D. 2010), el comportamiento del cuerpo de agua fue ligeramente alcalino.

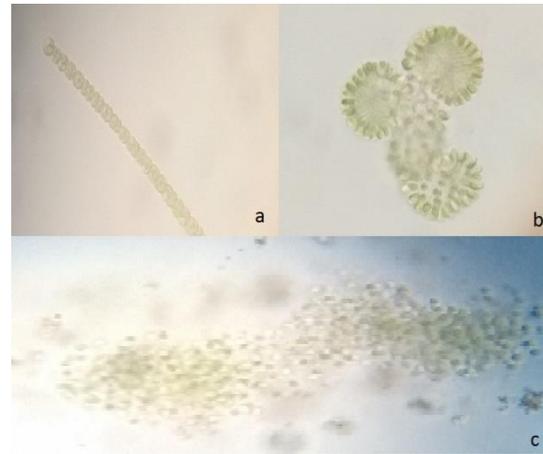


Figura 2 Microalgas encontradas en Presa taxhimay. a) *Anabaena*, b) *Coelosphaerium*, c) *Microcystis*

Agradecimiento

Agradecemos a las autoridades de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez por el apoyo recibido para la realización de esta investigación, en particular al Mtro. Armando Ávila Dorador.

Conclusiones

La importancia de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de un cuerpo de agua estriba en poder corroborar y relacionar las condiciones abióticas y bióticas del sistema. Los nutrientes SO_4 , NO_3 y PO_4 fueron factores que favorecieron la presencia de microalgas en la presa Taxhimay. Con respecto a la contaminación por enterobacterias fue evidente que nos encontramos con la presencia de ellas en todos los puntos y periodos de muestreo, dicha situación resulta preocupante ya que este cuerpo de agua es utilizado para riego y actividades acuáticas recreativas de contacto directo. Consideramos necesario identificar las fuentes de contaminación para realizar una estrategia o plan de manejo de dicho cuerpo de agua.

Referencias

- Bellinger, E. y Sigge, D. 2010. *Freshwater Algae: Identification and use as bioindicators*. Wiley-Blackwell. 254p
- DOF 11/07/2016. 2016. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Tepeji del Río, clave 1316, Estado de Hidalgo, Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México.
- FAO, 2016. Presas: Base de datos georreferenciada. FAO. 2016. Sitio web AQUASTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 12 de febrero de 2018. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dams/indexp.htm>
- Hernández, N; Rosas, J. 2009. Ecoturismo e infraestructura vial como detonante de la economía local, caso de estudio de Villa del Carbón. Quievera. *Revista de Estudios Territoriales*. 12:2. pp 37-57. Recuperado el 19 junio de 2018. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40115676003>
- Lujan, A; Luque, E. y Boccolini, M. 2005. Diatomeas planctónicas de cursos de agua. Cuenca del Río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 40 (3-4), 183 - 198. Recuperado 01 de agosto de 2016. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v15n2/v15n2a06.pdf>
- Lumpkin, T. A. y D. L. Plucknett. 1980. Azolla. Botany, physiology and use as a green manure. *Econ. Bot.* 34, 111-153.
- NMX-AA-029-2001. Análisis de agua-determinación de fosforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-036-SCFI-2001. Análisis de agua -determinación de acidez y alcalinidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-072-SCFI-2001. Análisis de agua -determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-073-SCFI-2001. Análisis de agua -determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-074-1981. Análisis de agua -determinación del ion sulfato en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- NMX-AA-079-SCFI-2001. Análisis de agua-determinación de nitratos en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-014-SSA1-2002, "procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados".
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".
- Prado, V. Vidal, R. y Duran, C. 2012. Aplicación de la capacidad bactericida del cobre en la práctica médica. *Rev Med Chile*. 140: 1325-1332.
- SAGARPA, 2012. Línea de base del programa de sustentabilidad de los recursos naturales: Subíndice de uso sustentable del agua, metodología de cálculo. Noviembre de 2012.
- Sigge, D. 2004. *Freshwater Microbiology: Diversity and Dynamic Interactions of Microorganisms in the Aquatic Environment*. Chichester, UK, John Wiley & Sons, p. 524.
- Valadez, F; Rosiles, G; Almazán, A; y Merino, M. 2013. Planktonic Cyanobacteria of the tropical karstic lake Lagartos from the Yucatan Peninsula, Mexico *Rev. Biol. Trop.* 61. 2: 971-979.
- Wera, S. y Hemmings, B. 1995. Serine/threonine protein phosphatases. *Biochem. J.* 311, 17-29.

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science – Techonology an Innovation.

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Innovación Sistemática. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

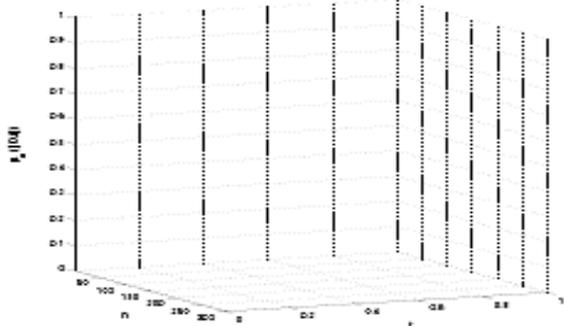


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

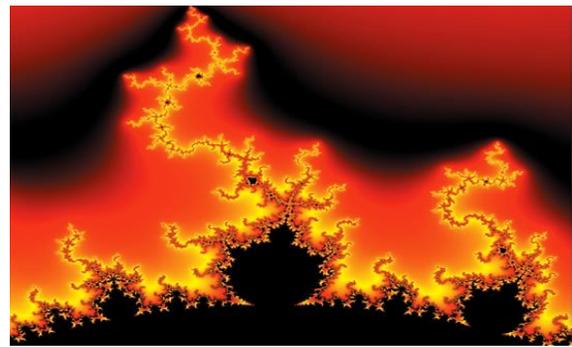


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Innovación Sistemática se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Innovación Sistemática emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Innovación Sistemática, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales:

Identificación de Citación e Índice H.

Administración del Formato de Originalidad y Autorización.

Testeo de Artículo con PLAGSCAN.

Evaluación de Artículo.

Emisión de Certificado de Arbitraje.

Edición de Artículo.

Maquetación Web.

Indización y Repositorio

Traducción.

Publicación de Obra.

Certificado de Obra.

Facturación por Servicio de Edición.

Política Editorial y Administración

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: contact@ecorfan.org
www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Editores Asociados

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan),sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Moralarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas 1 - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

Revista de Innovación Sistemática

“Caracterización parcial de biopelículas elaboradas a base de gelatina de colágeno obtenida de patas de pollo”

HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, Daniel, MATA-GARCÍA, Moisés, VÁZQUEZ-BRIONES, María del Carmen y GONZÁLEZ-TOTO, Jorge

“Producción de harina de plátano usando un deshidratador solar, Salvatierra, Guanajuato, México”

ARREGUIN-SOTO, Javier, MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, María José y ORTEGA-GARCÍA, Nicolás

Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra

“Tratamiento por procesos de electro-Fenton y de electrocoagulación del lixiviado del antiguo relleno sanitario La Reserva”

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Fátima Graciela, PÁRAMO-VARGAS, Javier, PERALTA-HERNÁNDEZ, Juan Manuel y MURILLO-HERNÁNDEZ, Martha Betzabé

“Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la presa San Luis Taxhimay, Municipio de Villa del Carbón en el Estado de México”

TOLEDO-TREJO, Erika y RAZO-PAREDES, José Trinidad

Universidad Tecnológica Fidel Velázquez

