



XIV Congreso Español de Tratamiento de Aguas

META 2022

Sevilla 1-3 junio 2022



PROGRAMA CIENTÍFICO- XIV Congreso Español de Tratamiento de Aguas.

META 2022.

1-3 junio. Sevilla

SESIÓN ORAL I: Aguas potables & Reutilización agua & Energía

Cód.	Título y autores	Pg.
O1.1.	Desarrollo de una metodología para una gestión resiliente en los sistemas de tratamiento de agua potable. De la investigación a la validación a escala real. <i>A. Cabrera-Codony, L. Ferràndez-Galceran, M. Valentí, M.J. Martín, M. Poch, H. Monclús</i>	1
O1.2.	Estudio y simulación del aumento de turbidez en el agua tratada con ClO ₂ . <i>A. Prieto, I. Gisbert, M. Ortueta, M. Celaya, F. Mijangos, R. Aguado, M. Bartolome, L. Hernando y S. Paunero.</i>	2
O1.3.	Procesos solares y ozonización para la reutilización de agua de lavado de la industria de IV gama: evaluación global. <i>S. Nahim-Granados, P. Plaza-Bolaños, I. Oller, S. Malato, A. Aguera, J.A. Sánchez-Pérez y M.I. Polo-López</i>	3
O1.4.	Uso de simuladores dinámicos para optimizar la operación integral de los sistemas de saneamiento. Caso de la red de Lea-Artibai (Bizkaia). <i>L. Sancho, B. Elduayen, T. Fernández-Arévalo, A. Ciriza, M. Gutiérrez y E. Ayesa</i>	4
O1.5.	Posibilidades de la aplicación de Blockchain a la mejora de la gestión del tratamiento y depuración de agua urbana. <i>A. Rodríguez Furones y J.I. Tejero Monzón</i>	5
O1.6.	Aprovechamiento de las aguas residuales urbanas mediante la recirculación de nutrientes y producción de biomasa algal. <i>G. Hodaifa, M. Vargas-Porras, A. Belaiba, M. Smoleń, N. Basegio-Castellani y S. Sánchez</i>	6
O1.7.	Diseño e implementación de un agitador pasivo multitubular para incrementar la dosis UV de los canales de desinfección en EDAR's. <i>D. Trifi, S. Chiva, J. Climent, R. Arnau, P. Carratalà, M. García, I. Beltrán, C. Badenes, y R. Martínez-Cuenca</i>	7

SESIÓN ORAL II: Procesos avanzados de oxidación y catálisis

O2.1.	Depuración de aguas mediante procesos de oxidación catalítica Y adsorción empleando materiales carbonosos. <i>V. I. Águeda, S. Álvarez-Torrellas, J. Cañas, J. Carbajo, J.A. Delgado, P. Gutiérrez, A.B. Hernández-Abreu, Y. Huacallo-Aguilar, D. Huber, M. Larriba, M. Martín, G. Ovejero, E. Portillo, D. Rodríguez-Llorente, E. Sanz-Santos, E. Serra-Pérez y J. García</i>	8
O2.2.	Estudio cinético y mecanístico de la reacción del ozono y del radical hidroxilo con compuestos derivados del bisfenol A. <i>O. Porcar-Santos, A. Cruz-Alcalde y C. Sans</i>	9
O2.3.	Foto-Fenton solar combinado con NaClO para el cumplimiento de los nuevos requisitos de desinfección establecidos por EU 2020/741. <i>N. Pichel, S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, J.L. Casas López y J.A. Sánchez Pérez</i>	10
O2.4.	Determinación de la intensidad en un reactor ultravioleta LED de flujo continuo para desinfección bacteriana. <i>L. Romero-Martínez, J. Moreno-Andrés, A. Acevedo-Merino y E. Nebot</i>	11

- 02.5.** Procesos tipo Fenton para la eliminación de conservantes: Efecto inhibitorio de la metil-isotiazolinona (MIT) en la degradación de parabenos. **12**
V. Duarte, A. Amat, A. Arques y L. Santos-Juanes
- 02.6.** Efecto de la matriz de agua y de la configuración del reactor en la inactivación de *Enterococcus sp.* mediante PMS activado por UV-A o H₂O₂. **13**
S. Guerra-Rodríguez, E. Rodríguez, J. Moreno-Andrés y J. Rodríguez-Chueca
- 02.7.** Supresión del efecto inhibitorio de cloruros, fluoruros y fosfatos en el proceso foto-Fenton mediante el uso de complejantes fenólicos. **14**
I. Vallés, J. Moreno-Andrés, A.M. Amat, A. Arques y L. Santos-Juanes

SESIÓN ORAL III: Tratamientos biológicos

- 03.1.** Producción de bioplásticos con cianobacterias reutilizando nutrientes presentes en efluentes residuales. **15**
E. Rueda y J. García
- 03.2.** Co-tratamiento de residuos urbanos mixtos empleando bacterias fototróficas púrpura. **16**
S. Chacón, J. Villamil, F. Martínez, J.A. Melero, R. Molina y D. Puyol
- 03.3.** Mejora de la digestión anaerobia de la macroalga invasiva *Rugulopteryx okamurae* mediante co-digestión con alperujo: rendimiento del proceso análisis cinético. **17**
D. de la Lama-Calvente, M.J. Fernández-Rodríguez, J. Llanos, J.M. Mancilla-Leytón, J.C. García-Gómez, F. Raposo y R. Borja
- 03.4.** Fermentación del suero lácteo para la producción de ácidos grasos volátiles. **18**
N. Otero-Logilde, B. Lagoa-Costa, C. Kennes y M.C. Veiga
- 03.5.** Producción dirigida de Ácidos Grasos Volátiles a partir de productos residuales. **19**
M. Carballa, M. Mauricio-Iglesias, A. Regueira, R. Bevilacqua, J. Iglesias-Riobó y J.M. Lema
- 03.6.** Integración de la ecología microbiana en las estaciones depuradoras de aguas residuales: Un paso hacia el futuro. **20**
M. Peces, S. Astals y P.H. Nielsen
- 03.7.** Interacciones bacterias-eucariotas en EDAR de conservas de pescado: análisis de su compleja red de co-ocurrencia. **21**
D. Correa-Galeote, A. Roibás-Rozas, B. Rodelas, B. Juárez-Jiménez, J. González-López

SESIÓN ORAL IV: Tratamiento de lodos

- 04.1.** Ventajas del proceso anaerobio de co-digestión de lodos y vinazas de vino mediante la tecnología en fase secuencial de temperatura para la producción de CH₄. **22**
R.A. López, M. Pérez y R. Solera
- 04.2.** Valorization of cellulose from WWTP primary sludge to levulinic acid with a brønsted acidic ionic liquid. **23**
K. Glinska, J. Cheikhwafa, E. Torrens y C. Bengoa
- 04.3.** Valorización de lodos de EDAR mediante tratamiento hidrotermal. **24**
A. Sarrión, R.P. Ipiates, M. Tobajas, E. Díaz, M.A. de la Rubia y A.F. Mohedano

- O4.4.** Hidrólisis de lodos activados para obtención de biomoléculas de interés. **25**
Proceso hidrotérmico, con ultrasonidos y su acoplamiento.
L. Romero, P. Oulego, S. Collado y M. Díaz
- O4.5.** Cómo gestionar el fango de una EDAR para maximizar la recuperación de P: Desarrollo a escala real en la EDAR de Murcia-Este. **26**
R. Barat, M. Roldán, A. Bouzas, A. Robles, J. Ferrer, A. Seco, A. Gadea y A. Romero
- O4.6.** Convertir plantas de tratamiento de aguas residuales en biofactorías: cadena de valor desde bio-recursos hasta productos de valor. **27**
A. Romero, A. Mayor, R. Barat, M. Roldán, E. Mena, A. Gadea, C. Biel, M. Carreras, X. Petit, J.L. Cortina, C. Valderrama, C. Castro-Barros y M. Arnaldos
- O4.7.** Compostaje de fango de EDAR: Optimización del proceso con la variación del grado de secado del fango. **28**
A. López, S. Blázquez, M. P. Ormad, J. Chérrez, J. Fernández y J. Gómez

SESIÓN ORAL V: Olores. Tratamientos múltiples

- O5.1.** Evaluación de la emisión odorífera de una EDAR urbana y regeneración del carbón activo granular procedente del sistema de desodorización. **29**
P. Márquez, A. Benítez, J.A. Siles, J. Hidalgo, A. Caballero y M.A. Martín
- O5.2.** Aprovechamiento de lodos férricos procedentes de plantas potabilizadoras de agua como adsorbentes de malos olores. **30**
B. Arhoun, M.M. Cerrillo González, E. Rodríguez-Castellón, J.M. Rodríguez-Maroto y J. Jiménez-Jiménez
- O5.3.** Determinación y gestión de olores en EDAR mediante el uso de modelos de dispersión. **31**
F. Andrés, A. Luckert, D. Aguado, R. García-Bartual, C. Lafita, T. Montoya y N. Frank
- O5.4.** Resultados del proyecto ECOLODO. Desarrollo de un novedoso material adsorbente y sistema de desodorización ecológica. **32**
M. Calzada, E. Campos, P. Terrero, D. Zarzo, B. Calderón, Y. Budik, A. Fullana y D. Prats
- O5.5.** LIFE PHOENIX: Tratamientos multibarrera innovadores y sostenibles para el reúso agrícola de aguas residuales para alcanzar Reglamento 2020/741. **33**
M.J Quero-Pastor, R. Cano, D. Marín, M. Fernández, E. Lara, F. Rogalla y Z. Arbib

SESIÓN ORAL VI: Contaminantes emergentes

- O6.1.** Graphene oxide addition on anaerobic digestion of waste activated sludge: effect on methane production and emerging contaminants. **34**
O. Casabella, S. Zahedi, J. Radjenovic y M. Pijuan
- O6.2.** Eliminación de antibióticos de aguas contaminadas mediante fotocátalisis y adsorción: estudio a escala de laboratorio y piloto. **35**
R. Mosteo, S. Moles, M.P. Ormad, I. Ilzarbe y J. Gómez
- O6.3.** Polímero inorgánico híbrido eficiente para la remediación del agua. **36**
J. Cubero-Cardoso y J. Urbano
- O6.4.** Wastewater-based epidemiology for SARS-CoV-2 and airborne risk assessment. **37**
J. Gonçalves, A. Franco-Torres, E. Rodríguez y P. García-Encina
- O6.5.** Adsorción simultánea de bisfenol-A y fenol en carbones activados obtenidos a partir de lignina. **38**
M.C. Gutiérrez, I. Moulefera, F.J García-Mateos, J. Rodríguez-Mirasol y T. Cordero

- 06.6.** Eliminación de contaminantes emergentes y genes de resistencia a antibióticos de aguas residuales reales mediante procesos UV-C/Cl. **39**
S. Mesones, C. Pablos, M.J. López-Muñoz y J. Marugán
- 06.7.** Eliminación de contaminantes emergentes y reutilización de aguas residuales urbanas mediante fotobiorreactores de microalgas a escala laboratorio. **40**
F.G. Gonzalo Ibrahim, R. Muñoz Torre, V. Alonso Gómez e I. de Godos Crespo

SESIÓN ORAL VII: MFC. Otros tratamientos físico-químicos

- 07.1.** Evaluación de la toxicidad aguda de suelos contaminados por HCHs tras la aplicación de tratamientos de remediación con persulfato. **41**
C.M. Domínguez, A. Checa-Fernández, P. Ventura y A. Santos
- 07.2.** Diferentes aleaciones de níquel para la producción de hidrogeno en celdas de electrolisis microbiana. **42**
P. Sánchez-Peña, C. Ottone, G. Aroca, J. Baeza, A. Guisasola, M. Baeza, D. González, D. Gabriel
- 07.3.** Acoplamiento de electrodiálisis y sistemas bio-electroquímicos para la recuperación de metales y energía de drenaje ácido de mina. **43**
Y. Delgado-González, J. Llanos, M. Muñoz, L. Rodríguez, J. Villaseñor y F.J. Fernández-Morales
- 07.4.** Mejora de la digestión anaerobia de un efluente agroalimentario mediante su integración con sistemas bioelectroquímicos. **44**
D. Carrillo-Peña, A. Escapa, A. Morán y R. Mateos
- 07.5.** Síntesis verde de nanopartículas de plata/cloruro de plata a partir de extracto celular de *Rhodotorula mucilaginosa* 1S1: estudio de su capacidad germicida. **45**
A. J. Muñoz, F. Espínola, M. Moya, E. Ruiz y E. Castro
- 07.6.** Cinética de la adsorción de azul de metileno en nanopartículas de fibroína de seda. **46**
M. Aguilar, M. Lloréns, V.F. Meseguer, J.F. Ortuño, A.B. Pérez-Marín y R. Valentín
- 07.7.** Crioconcentración de suero lácteo para la obtención de productos de valor añadido y agua limpia. **47**
I. Uald Lamkkadam, J. Colón, L. Llenas, S. Ponsá, E. Vega y M. Mora

SESIÓN ORAL VIII: Tratamiento con membranas

- 08.1.** Resultados preliminares de la operación de un fotobiorreactor de membrana para tratar el efluente de un reactor UASB. **48**
E. Ferrera, I. Ruigómez y L. Vera
- 08.2.** Aplicación de membranas de ultrafiltración para maximizar la recuperación de recursos en EDAR convencionales. **49**
J. Serralta, A. Bouzas, D. Aguado, A. Robles, R. Barat, J. Ribes, P. Sanchis-Perucho, J. Godifredo, I. Ivailova, N. Martí, V. Ruano, L. Borrás, J.B. Giménez, A. Seco y J. Ferrer
- 08.3.** Tratamiento de aguas residuales mediante biotecnología de microalgas y sistemas de membranas. **50**
A. Morillas-España, T. Lafarga, F.G. Acién, S. Villaró y C.V. González-López
- 08.4.** Eliminación de microplásticos con lechos filtrantes y membranas de ultrafiltración. **51**
C. Lafita, J. González-Camejo, A. Morales, J. Peña, A. Seco, N. Martí y S. Enguñdanos

- 08.5.** Reducción de nitrato en fase acuosa mediante un reactor de membrana catalítico basado en catalizadores carbonosos de Pd-Sn. **52**
A. Marí, J.A. Baeza, L. Calvo y M.A. Gilarranz

SESIÓN 1CC – COMUNICACIONES CORTAS I

- CC1.1.** Tratamiento biológico de las aguas residuales urbanas con humedales artificiales en el municipio de Montcarra, Francia. **53**
M. Dubost, N. Seyve, B. Guillouet, A. Sabanés y D. Silvero
- CC1.2.** Análisis del ciclo de vida ambiental y evaluación del impacto en la salud del consumo de agua potable en la ciudad de Barcelona. **54**
M. Garfi, C.M. Villanueva, C. Milà, S. Olmos, C. Tonne e I. Ferrer
- CC1.3.** Proyecto LIFE INTEXT: Tecnologías Innovadoras Híbridas INTensivas-EXTensivas. **55**
I. Blanco, F. Rogalla, Z. Arbib, R. Cano y D. Amador
- CC1.4.** Evaluación y desarrollo de un sistema de gestión de geosmina en aguas de consumo humano. **56**
C. Espinosa, M. Abril, L. Llenas, E. Vega y L. Proia
- CC1.5.** Diseño e implementación de un modelo matemático en Epanet-MSX para predecir la formación de trihalometanos en redes de abastecimiento. **57**
A. Romay-Gainza, B. Elduayen-Echave, A. Fernández-Ferrero, J. A. Maña, J. I. Lombraña y E. Ayesa
- CC1.6.** Optimización del uso de procesos avanzados de oxidación para minimizar la formación de subproductos de desinfección en aguas potables. **58**
L. Ferrández-Galceran, A. Cabrera-Codony, J. Suquet, M. Valentí, M.J. Martín, P. Agustí, M. Poch y H. Monclús

SESIÓN 2CC – COMUNICACIONES CORTAS II

- CC2.1.** Degradación de compuestos fenólicos naturalmente presentes en el alperujo mediante digestión anaerobia en régimen semicontinuo. **59**
S. Correa, F. G. Feroso y I. Ferrer
- CC2.2.** Identificación de compuestos volátiles y evaluación de la población microbiana en la valorización de residuos agroindustriales mediante digestión anaerobia. **60**
A. Trujillo-Reyes, A. Serrano, A. G. Pérez, M. Peces y F.G. Feroso
- CC2.3.** Uso de fango aeróbico granular para el tratamiento de agua residual de la industria agroalimentaria. **61**
A. Rosa-Masegosa, B. Muñoz-Palazon, E. M. Vilchez-Moya, A. Monteoliva-García, A. González-Martínez y J. González-López
- CC2.4.** Valorisation of primary sludge by hydrothermal liquefaction. **62**
J. Cheikhwafa, K. Glinska, E. Torrens y C. Bengoa
- CC2.5.** Sobrenadante de digestión anaerobia seca como fuente de nitrógeno para la producción de biomasa algal. **63**
S. Greses, E. Tomás-Pejó y C. González-Fernández

SESIÓN 3CC – COMUNICACIONES CORTAS III

- CC3.1.** Sedimentación de microplásticos procedentes de una planta de tratamiento de aguas. **64**
C. Solís-Balbín, D. Sol, A. Laca, A. Laca y M. Díaz
- CC3.2.** Biodegradabilidad y toxicidad de sustancias prioritarias: clorfenvinfós, pentaclorofenol y simazina. **65**
M. Lloréns, M.I. Aguilar, J.F. Ortuño, V.F. Meseguer, A.B. Pérez-Marín y R. Iniesta
- CC3.3.** Efecto de la temperatura en la digestión anaerobia de purines: biogás y emergentes. **66**
S. Zahedi, M. Gros, M. Petrovic, J.L. Balcazar y M. Pijuan
- CC3.4.** Producción de carbones activados a partir de la cáscara del fruto del Argán y su utilización para la eliminación de Diclofenaco y Cafeína. **67**
B. Bouhcain, D. Carrillo, R. Mateos, M. Hassani Zerrouk y A. Morán

SESIÓN PÓSTERES I

- P1.1.** Actividad desarrollada por la unidad Tratamientos Solares de Agua en la Plataforma Solar de Almería. **68**
A. Ruiz-Aguirre, S. Nahim-Granados, S. Miralles-Cuevas, M. J. Abeledo-Lameiro, A. Ruiz-Delgado, M.I. Polo-López, I. Oller y S. Malato
- P1.2.** Colectores solares de bajo coste para el tratamiento de agua fabricados mediante impresión 3D. **69**
M. Martín-Sómer, J. Moreno-SanSegundo, C. Álvarez-Fernández, R. van Grieken y J. Marugán
- P1.3.** Eliminación de carbamazepina, diclofenaco y venlafaxina en aguas depuradas mediante fotocátalisis solar empleando $\text{TiO}_2/\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$. **70**
J. Fenoll, M. Aliste, G. Pérez-Lucas, A. El Aatik y S. Navarro
- P1.4.** Microwave-assisted sol-gel synthesis of TiO_2 in the presence of halogenhydric acids. Characterization and photocatalytic activity. **71**
F. Puga, J.A. Navío, C. Jaramillo-Páez, P. Sánchez-Cid y M.C. Hidalgo
- P1.5.** Estabilidad de Pd-Sn/ Al_2O_3 en la reducción catalítica de nitrato. **72**
I. Sanchis, E. Díaz, J. J. Rodríguez, A. F. Mohedano
- P1.6.** Nuevos materiales plásticos para la fabricación de recipientes SODIS. **73**
Á. García-Gil, M.D. Molina-Ramírez, R.A. García-Muñoz y J. Marugán
- P1.7.** Síntesis de fotocatalizadores inspirados en sistemas biológicos para tratamiento de aguas. **74**
C. Sotelo-Vázquez y J. Marugán
- P1.8.** Bioproductos y bioenergía a partir de biomasa de microalgas cultivadas en agua residual en un contexto de biorrefinería. **75**
E. Ruales, M. Garfi, C. Gómez, C.V. González-López, F. G. Acién y I. Ferrer
- P1.9.** Sistema foto-Fenton asistido por LEDs-UVC que cumple con los nuevos objetivos de calidad para la reutilización del agua (EU 2020/741). **76**
N. Pichel, T.B. Benzaquén, P. Soriano-Molina, M.G. Pinna-Hernández, J.L. Casas López y J.A. Sánchez Pérez
- P1.10.** Efecto del CO_2 en el crecimiento de *Chlorella vulgaris* en cultivos mixtos de aguas residuales urbanas e industriales. **77**
A. Belaiba, S. Sánchez y G. Hodaifa
- P1.11.** Tratamiento terciario de aguas residuales mediante foto-Fenton solar. **78**
P. Soriano-Molina¹, E. Gualda-Alonso¹, N. Pichel¹, S. Belachqer-El Attar¹, D. Rodríguez-García, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López y J.A. Sánchez Pérez

- P1.12.** Nueva estrategia de foto-Fenton solar para la regeneración de aguas residuales basada en la adición simultánea de H₂O₂ y NaClO. **79**
S. Belachqer-El Attar, P. Soriano-Molina, N. Pichel, D. Rodríguez-García y J.A. Sánchez-Pérez
- P1.13.** Modelo mecanístico del proceso foto-Fenton solar con Fe³⁺-NTA. **80**
E. Gualda-Alonso, D. Rodríguez-García, J.L. García Sánchez, J.L. Casas López y J.A. Sánchez Pérez.
- P1.14.** Influencia de la mezcla en un reactor tipo *raceway* de 100 m² sobre el proceso foto-Fenton solar para la regeneración de efluentes de EDAR. **81**
E. Gualda-Alonso, P. Soriano-Molina, J.L. García, J.L. Casas y J.A. Sánchez
- P1.15.** Tratamiento de ozonización del agua para el control de *Meloidogyne* sp. en cultivos protegidos de tomate en el sureste español. **82**
F. Contreras, MA Hernández, A. Esteban, D. Soler, C.M. Martínez, I. Garrido y C. Ros
- P1.16.** Materiales gráfiticos para la reducción del potencial de formación de subproductos de desinfección mediante PAO basados en ozono. **83**
M.A. Jiménez-López, A. Rey, V. Montes y F.J. Beltrán
- P1.17.** Evaluación del impacto ambiental de sistemas de tratamiento de aguas para eliminación de radiactividad natural. **84**
M. Gómez, F. Verdugo, M.G. Pinna-Hernández, J.L. Casas, I. Rodríguez y F.J. Martínez
- P1.18.** Influencia de la presencia de cianobacterias en la degradación de cianotoxinas mediante el proceso Fenton heterogéneo. **85**
D. Ortiz, M. Munoz, S. Cirés, Z.M. de Pedro, A. Quesada y J.A. Casas
- P1.19.** Influencia de la salinidad en la eliminación de radioisótopos de radio y uranio en aguas subterráneas mediante lechos filtrantes. **86**
M.G. Pinna-Hernández, J.L. Casas, A. Salas, I. Rodríguez y F.J. Martínez
- P1.20.** Reducción de la radiactividad natural en aguas subterráneas de la provincia de Almería mediante óxidos de magnesio y de hierro. **87**
M.G. Pinna-Hernández, J.L. Casas, I. Rodríguez y F.J. Martínez
- P1.21.** Revalorización de filtros de olores usados en EDAR para la fabricación de baterías sostenibles Litio-Azufre. **88**
A. Benítez, P. Márquez, J. L. Gómez-Camer, A.F. Chica, M. A. Martín y A. Caballero
- P1.22.** Desarrollo de Fe₃O₄/g-C₃N₄ para la eliminación de contaminantes mediante el proceso CWPO-fotoasistido. **89**
J. Nieto-Sandoval, A. Torres-Pinto, M. Munoz, Z.M. de Pedro, C.G. Silva, J.L. Faria, J.A. Casas y A.M.T. Silva
- P1.23.** Eficiencia del sistema híbrido humedal construido-foto-Fenton en la eliminación de microcontaminantes **90**
N. López-Vinent, A. Cruz-Alcalde, A. Piera, A. Sales, O. Porcar, J. Giménez y C. Sans
- P1.24.** Grupo de Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada (EPOA) Universitat de Barcelona (UB). **91**
P. Marco, B. Bayarri, A. Cruz, N. López, O. Porcar, P. Llopart, J. Liu, J. Giménez y C. Sans
- P1.25.** Síntesis de Nitruros de Carbono Gráfiticos con diferentes morfologías para la reducción fotocatalítica de Hg(II) en aguas. **92**
B. Villajos, A. Arencibia y M.J. López-Muñoz
- P1.26.** Aplicación de fuentes UV-LED como tratamiento de desinfección en el sector marítimo. **93**
J. Moreno-Andrés, M. Tierno-Galán, L. Romero-Martínez, A. Acevedo-Merino y E. Nebot
- P1.27.** Estudio de la aplicación de los compuestos Ag₂O-ZnO@g-C₃N₄ en la ozonización fotocatalítica: estructura cooperativa, rendimiento de degradación y mecanismos sinérgicos. **94**
J. Liu, C. Sans y X. Yuan

P1.28.	Optimización de variables para la degradación de BPA en un reactor trickle bed por CWAO.	95
	<i>E. Serra-Pérez, S. Álvarez-Torrellas, J. García y G. Ovejero</i>	
P1.29.	Lignosulfonatos de magnesio para la preparación de catalizadores carbonosos bimetálicos para la reducción de nitratos.	96
	<i>F. J. García-Mateos, J.M. Rosas, J. Rodríguez-Mirasol y T. Cordero</i>	
P1.30.	Influencia de las escorrentías en los parámetros fisicoquímicos del agua bruta en la ETAP de Venta Alta (Bizkaia).	97
	<i>A. Prieto, I. Gisbert, M. Ortueta, M. Celaya, R. Aguado, F. Mijangos, M. Bartolome, L. Hernando y S. Paunteros.</i>	
P1.31.	Generación de sólidos suspendidos asociados a la turbidez post-tratamiento en ETAP.	98
	<i>A. Prieto, I. Gisbert, M. Ortueta, M. Celaya, R. Aguado, F. Mijangos, M. Bartolome, L. Hernando y S. Paunteros</i>	
P1.32.	Tratamientos terciarios asistidos por UVC para la eliminación de contaminantes emergentes en matrices reales de EDAR.	99
	<i>R. López, L. Santos-Juanes, A.M. Amat, E. Zuriaga, J. Climent y A. Arques</i>	
P1.33.	Eliminación de 5-Fluoruracilo en fase acuosa mediante oxidación avanzada.	100
	<i>S. Rodríguez, R. Baillo, A. Santos y A. Romero</i>	
P1.34.	Evaluación de la degradación del microplástico poliamida 6.6 con un tratamiento de foto-Fenton.	101
	<i>E. Marcelino-Perez, M.A. Bonet, A. Arques, R. Vicente, M. Mora y R. López</i>	
P1.35.	Evaluación y comparación de alternativas del ciclo integral del agua mediante análisis del ciclo de vida para abastecimiento industrial.	102
	<i>J. Rodríguez-Chueca, A. Criado-Bañuelos y J. Pérez</i>	
P1.36.	Decoloración de digestato mediante fotoxidación para cultivo de microalgas.	103
	<i>C. Ruiz, D. Hermosilla e I. de Godos</i>	
P1.37.	Estabilidad de surfactantes aniónicos y no-iónicos con persulfato activado por álcali y oxidación selectiva de COCs en emulsión.	104
	<i>D. Lorenzo, R. García-Cervilla, A. Romero y A. Santos</i>	
P1.38.	Preparación de cátodos de carbono con centros activos de perovskita $\text{LaMn}_x\text{Cu}_{1-x}\text{O}_3$ para aplicación en procesos electro-Fenton.	105
	<i>S. Díaz-Rullo, A. Cruz, M.I. Pariente, R. Molina, J.J. Espada y F. Martínez</i>	
P1.39.	Preparación de catalizadores a partir de lodos de refinería para procesos de oxidación tipo Fenton.	106
	<i>A. de Mora, M.I. Pariente, Y. Segura, J.A. Melero y F. Martínez</i>	
P1.40.	Evaluación de dispositivos experimentales de desinfección UV-LED para la reutilización de aguas residuales.	107
	<i>C. Sanz, I. de Godos, V. Alonso, M.D. Hermosilla y A.M. Gascó</i>	
P1.41.	Estudio cinético de reactividad de antibióticos en procesos de oxidación avanzada basados en ozono y radiación UV.	108
	<i>A.M. Chávez, J. López, F.J. Beltrán, A. M. Udaondo y P.M. Álvarez</i>	
P1.42.	Tratamiento de lodos residuales de papelera con larvas de insectos.	109
	<i>M.J. San José, M. Saloña, S. Alvarez, R. López y A. Urtiaga</i>	
P1.43.	Estudio de la aplicación del proceso foto-Fenton en la degradación de contaminantes emergentes presentes en aguas de EDAR.	110
	<i>J. Arévalo, R. Vicente, A. Arques, M. Mora y A. Amat</i>	
P1.44.	Actividad catalítica del cobre en procesos tipo Fenton con aguas salinas.	111
	<i>X. Orts, L. Santos-Juanes, A. Amat, A. Arques y J. Arévalo</i>	

SESIÓN PÓSTERES II

- P2.1.** Recuperación de fósforo en forma de estruvita en el efluente tras oxidación húmeda de lodos de depuradora. *J. Cañas, S. Álvarez-Torrellas, V.I. Águeda, B. Hermana y J. García*
- P2.2.** Diseño de lagunas de alta carga de microalgas asistido por modelización biocinética e hidrodinámica. *A. Ortiz, J. García, R. Díez-Montero y E. Uggetti* **112**
- P2.3.** Gestión de residuos agroalimentarios y lodos en el marco de la economía circular: producción de energía y fertilizantes mediante codigestión anaerobia. *L. Sillero, R. Solera y M. Pérez* **113**
- P2.4.** Cultivo de cianobacterias en agua residual tratada para la recuperación de bioproductos. *M. Bellver, E. Rueda, V. Senatore, R. Díez-Montero, I. Ferrer, T. Zarra, V. Naddeo y J. García* **114**
- P2.5.** Biotecnología Ambiental y su microbiología. *S. Astals, M. Peces y J. Dosta* **115**
- P2.6.** Producción y evaluación de biofertilizante de microalgas obtenidas tras el tratamiento de agua residual. *A. Álvarez-González, E. Uggetti, L. Serrano, G. Gorchs, I. Ferrer y R. Díez-Montero* **116**
- P2.7.** LIFE-ECODigestion 2.0: un proyecto para alcanzar la economía circular en EDAR. *M.J. Tárrega, P. Granell, C. Lafita, P. Rojo, T. Montoya y G. Fayos* **117**
- P2.8.** Evaluación de una estrategia de control para la limpieza fotosintética de biogás en un fotobiorreactor a escala semi-industrial. *M.R. Rodero, A. Carvajal, Z. Arbib, E. Lara, C. de Prada, R. Lebrero y R. Muñoz* **118**
- P2.9.** Recuperación de energía y fósforo mediante carbonización hidrotermal de digestato. *M.A. de la Rubia, J.D. Marín-Batista, A. Sarrión, R.P. Ipiales, M. Tobajas, E. Díaz y A.F. Mohedano* **119**
- P2.10.** Separación y purificación de ácidos orgánicos procedentes de la oxidación de lodos activados. *M. Zabatta, D. Núñez, P. Oulego, S. Collado, F.A. Riera y M. Díaz* **120**
- P2.11.** Modelización CFD hidrodinámica y bioquímica de digestores anaerobios a gran escala. *R. Arnau, J. Climent, R. Martínez-Cuenca y S. Chiva* **121**
- P2.12.** Bacterias fototróficas púrpura para la recuperación de recursos de fuentes residuales orgánicas. *D. Puyol, J.A. Melero, F. Martínez, R. Molina, Y. Segura, J.J. Espada, J.A. Villamil, M. Ventura, L. D. Allegue, J. San Martín, S. Díaz-Rullo Edreira, S. Chacón y D. Ramírez* **122**
- P2.13.** Sistema biológico avanzados de depuración de aguas residuales con microalgas. *A. García, G. Quijano, M.A. Vital, D. Hermosilla e I. de Godos* **123**
- P2.14.** Adsorción eficiente de pesticidas neonicotinoides sobre carbón activado procedente de lodos de depuradora. *E. Sanz-Santos, S. Álvarez-Torrellas, M. Larriba y J. García* **124**
- P2.15.** Análisis de ciclo de vida comparativo entre la deposición en vertedero y el tratamiento mediante digestión anaerobia de residuos agroindustriales. *E. Jiménez-Páez, A. Trujillo-Reyes, B. Alonso-Fariñas, A. Serrano y F.G. Feroso* **125**

P2.16.	Long-term assessment of wastewater treatment by microalgae-bacteria consortia in outdoor raceway reactors.	126
	<i>R. Nordio, A. Sánchez-Zurano, E. Rodríguez-Miranda, J.L. Guzmán y F.G. Acien</i>	
P2.17.	Producción de <i>Scenedesmus almeriensis</i> a escala piloto: Efecto del tipo de agua sobre la calidad y composición de la biomasa producida.	127
	<i>S. Villaró, A. Morillas-España, M. Ciardi, G. Acien, J.M. Fernández-Sevilla y T. Lafarga</i>	
P2.18.	Aminoácidos azufrados en sistemas aerobios granulares: Efecto en la abundancia y estructura de las comunidades microbianas.	128
	<i>L. Pérez-Bou, A. Rosa-Masegosa, D. Correa-Galeote, B. Muñoz-Palazón, A. González-Martínez y J. González-López</i>	
P2.19.	Efecto de la concentración de ácido acético, propiónico y butírico en la fermentación acidogénica.	129
	<i>N. Pérez-Esteban, C. Da Silva, J. Vives, C. Vidal-Antich, M. Peces, J. Dosta y S. Astals</i>	
P2.20.	Compostaje de bagazo con paja de trigo para su posterior valorización agrícola.	130
	<i>M.V. Palenzuela, M. Garay, L. Orden, M.J. Fernández, J. de Haro, E. Ramos, J.C. Gutiérrez y A. Rosal</i>	
P2.21.	Estudio preliminar de los nutrientes en vertidos de las EDAR para su reutilización como biofertilizantes agrícolas.	131
	<i>C. Hidalgo, M.A. González, L. Serrano y A. Jiménez</i>	
P2.22.	Tecnología ATAD para el tratamiento de lodos de depuradora generados en ciudades de pequeño y mediano tamaño.	132
	<i>M.C. Gutiérrez, A. Ruiz, J.A. Siles, A.F. Chica y M.A. Martín</i>	
P2.23.	Evaluación odorífera de 5 EDARs con diferentes tecnologías intensivas en la provincia de Córdoba (España).	133
	<i>Ruiz-Muñoz, A., Gutiérrez M.C., Márquez, P., Siles, J.A. y Martín, M.A.</i>	
P2.24.	Evaluación respirométrica de la cinética bacteriana en procesos microalgas-bacterias y lodos activados.	134
	<i>A. Sánchez-Zurano, S. Rossi, J.M. Fernández-Sevilla, G. Acien-Fernández, E. Molina-Grima y E. Ficara</i>	
P2.25.	Líneas de investigación del Grupo RNM271-UCO GREENING.	135
	<i>M.A. Martín, J.A. Siles, M.C. Gutiérrez, I. Bellido, M.L. López y A.F. Chica</i>	
P2.26.	Biofiltración de COV: Eliminación de olor y seguimiento de la microbiota con distintas condiciones de operación.	136
	<i>M. Toledo, J.A. Siles, C. Michán, J. Alhama, A.F. Chica y M.A. Martín</i>	
P2.27.	Sistemas de alerta ante vertidos en plantas de tratamiento de aguas residuales: Hechos reales.	137
	<i>J. Chérrez, A. López, J. Fernández, R. Ferrández y J. Gómez</i>	
P2.28.	Autosuficiencia energética y recuperación de residuos en las EDAR convencionales mediante tecnologías novedosas de bajo coste.	138
	<i>D. Marín*, M.J. Quero-Pastor, M. Fernández, E. Lara, F. Rogalla, Z. Arbib y R. Cano</i>	
P2.29.	Co-digestión de residuos/subproductos: Nuevos escenarios de economía circular en el sector agroalimentario.	139
	<i>M.E. Ibáñez-López, E. Díaz, M. Brey, E. Veliz y J.L. García-Morales</i>	
P2.30.	Efecto de un pre-tratamiento con ozono en biosólidos y vinazas.	140
	<i>E. Díaz, M.E. Ibáñez-López, M. Brey y J.L. García-Morales</i>	
P2.31.	Influencia de la tecnología de una EDAR en el impacto odorífero: fangos activos frente a contactor biológico rotatorio.	141
	<i>Gutiérrez M.C., Márquez P., Toledo M., Alhama J., Michán C. y Martín, M.A.</i>	
P2.32.	Codigestión de lodos de depuradora con suero de leche para la producción de ácidos grasos volátiles y polihidroxialcanoatos.	142
	<i>N. Otero-Logilde, R. Iglesias-Iglesias, C. Kennes y M.C. Veiga</i>	

- P2.33.** Valorización de aguas residuales de la industria alimentaria para la producción de ácidos grasos volátiles (AGV). **143**
T. Casero-Díaz, A. Silva-Teira, V. Parama, A. González, C.M. Castro-Barros, B. Sáenz, M. Carballa y M.B. Mauricio-Iglesias
- P2.34.** Pretratamiento de fangos y tratamiento biológico fotoanaerobio de efluentes de refinería como estrategia de valorización. **144**
J. San Martín, S. Jerez, Y. Segura, D. Puyol, I. Pariente, M. Ventura, J.A. Melero y F. Martínez
- P2.35.** Minimización de pérdidas de agua para el tratamiento de purines de cerdo mediante microalgas. **145**
M. Ciardi, C. Gómez-Serrano, T. Lafarga, J.M. Sevilla y F.G. Acién
- P2.36.** Tecnología basada en microalgas para la eliminación y recuperación de nutrientes de aguas residuales y producción de biofertilizantes. **146**
I. González, A. Ekelhof, N. Herrero, J.A. Siles, B. Podola, A.F. Chica, M.A. Martín, M. Melkonian, C. García y J.M. Gómez
- P2.37.** Evaluación ambiental del río Guadalquivir mediante la integración de metodologías fisicoquímicas, moleculares y fisiológicas. **147**
J.A. Siles, A.F. Chica, G. Arjona, M. Barbudo-Lunar, C. Trombini, J. Blasco, J. Alhama y C. Michán
- P2.38.** Valorización fraccional de biomasa crecida en plantas de tratamiento de aguas residuales. **148**
S. Bolado, M. Vega, S. Bordel, R. López, R. Irusta y P.A. García-Encina
- P2.39.** Desarrollo de la tecnología de Spouted Bed para la degradación anaerobia de lodos de depuradora de papelera. **149**
M.J. San José, S. Álvarez y R. López

SESIÓN PÓSTERES III

- P3.1.** Producción de coagulantes para EDAR a partir de la valorización de salmueras y residuos metálicos. **150**
N. Oliver, F. Sempere, J.J. Solís, F. Bosch, S. Oyonarte y G. Fayos
- P3.2.** Uso de fluorescencia y análisis multivariable como método “low-cost” para estudiar degradaciones de contaminantes emergentes. **151**
I. Sciscenko, A. Amat, P. Micó, M. Mora y L. Santos-Juanes
- P3.3.** Eliminación de fósforo de la EDAR de Antequera mediante cloruro férrico: estudio a escala de planta real. **152**
B. Arhoun, M.M. Cerrillo, R. León2, J.M. Artacho y J.M. Rodríguez-Maroto
- P3.4.** Aplicaciones de compuestos híbridos basados en azufre elemental: Nuevos adsorbentes para la remediación de aguas. **153**
J. Cubero-Cardoso y J. Urbano
- P3.5.** Aprovechamiento del char de pirólisis de residuos plásticos post-consumo como adsorbente para la eliminación de metales pesados. **154**
M. Calero, G. Blázquez, J. Balbis, R. Solís, M.J. Muñoz, A. Pérez y M.A. Martín-Lara
- P3.6.** Emisión de microplásticos en entornos domésticos. **155**
D. Sol, A. Menéndez-Manjón, S. Carrasco, J. Crisóstomo-Miranda, A. Laca, A. Laca y M. Díaz
- P3.7.** Lixiviados de vertedero: Impacto de la edad en el tratamiento por ultrafiltración. **156**
D. Núñez, P. Oulego, S. Collado, F. Riera y M. Díaz

P3.8.	Nuevos adsorbentes para disoluciones de As(V) a partir de escorias de acería.	157
	<i>V. Arniella, P. Oulego, S. Collado y M. Díaz</i>	
P3.9.	Remediación de suelos contaminados con HCHs mediante activación alcalina de PS intensificada con ultrasonidos.	158
	<i>A. Checa-Fernández, A. Santos, A. Romero, C.M. Domínguez</i>	
P3.10.	Estudio de la capacidad de recuperación de amonio del agua residual mediante zeolitas activadas con Na.	159
	<i>J. Godifredo, R. Barat, J. Ferrer y A. Seco</i>	
P3.11.	Estudios sobre el efecto del tratamiento electromagnético en la precipitación de carbonato cálcico usando aguas de diferentes calidades.	160
	<i>N. Boluda-Botella, S. Martínez-Moya, M.D. Saquete-Ferrándiz y J. García-Quiles</i>	
P3.12.	Proyecto LIFE ZWW: sistema de saneamiento urbano integral para obtener biogás, nutrientes y agua de calidad para reutilización en poblaciones de menos de 50.000 h.e.	161
	<i>J. Bautista-Giménez, M. Roldan, L. Borrás, N. Martí, A. Bouzas, A. Robles, M.V. Ruano, A. Mosquera, A. Seco, J.R. Vázquez y J. Ribes</i>	
P3.13.	Precipitación de estruvita en sobrenadante de digestión anaeróbica utilizando subproductos de óxidos de magnesio.	162
	<i>V.B. Aguilar-Pozo, K. Olaciregui-Arizmendi, B. Elduayen-Echave, S. Peña-Picola, E. Ayesa, J.M. Chimenos y S. Astals</i>	
P3.14.	Eliminación eficiente de fármacos mediante adsorción con nanopartículas de hierro encapsuladas en carbón: Regeneración por CWPO.	163
	<i>E. Sanz-Santos, S. Álvarez-Torrellas, M. Larriba, J. Nieto-Sandoval, M. Munoz, B. Calderón, A. Fullana, Z.M. de Pedro, J.A. Casas y J. García</i>	
P3.15.	Uso de tratamientos avanzados para la eliminación de microplásticos en agua residual: filtros intermitentes de arena.	164
	<i>A.P. Martín-García, A. Egea-Corbacho, A.A. Franco, G. Albendín, J.M. Arellano, R. Rodríguez-Barroso, M.D. Coello y J.M. Quiroga</i>	
P3.16.	Eliminación de pesticidas azólicos mediante el sistema catalítico Fe ₃ O ₄ /H ₂ O ₂ en un reactor de lecho fijo.	165
	<i>N. Lopez-Arago, J. Nieto-Sandoval, M. Munoz, Z.M. de Pedro y J.A. Casas</i>	
P3.17.	Aplicación de la hidrodehalogenación catalítica a la eliminación de medios de contraste yodados en aguas.	166
	<i>R.B. Del Olmo, J. Nieto-Sandoval, Z.M. de Pedro, M. Munoz y J.A. Casas</i>	
P3.18.	Eliminación de ácidos haloacéticos mediante hidrodehalogenación catalítica.	167
	<i>R.B. Del Olmo, J. Nieto-Sandoval, Z.M. de Pedro, M. Munoz y J.A. Casas</i>	
P3.19.	Aplicación de ferrato potásico en depuración de aguas a escala de laboratorio y piloto: Ventajas e inconvenientes.	168
	<i>I. Ilzarbe, J. Gómez, J. Chérrez y R. Mosteo</i>	
P3.20.	Desarrollo de adsorbentes regenerables para la eliminación de microcontaminantes.	169
	<i>J. Nieto-Sandoval, M. Munoz, N. López-Arago, Z. M. de Pedro y J. A. Casas</i>	
P3.21.	Evaluación del riesgo laboral por exposición asociado a sulfhídrico y ruido en una estación depuradora de aguas residuales (EDAR).	170
	<i>M. Durán, A. Baeza y M. Llorens</i>	
P3.22.	Estrategias de aireación para el control de THMs en la red de abastecimiento de agua de consumo.	171
	<i>J. Ander Maña, J.I. Lombraña, A. de Luis, J.C. Gimeno y N. Landaburu</i>	

- P3.23.** Nuevas estrategias para fomentar la recuperación y reutilización de agua en la industria cárnica. **172**
L. Paredes, L. Mejias, O. Osegueda, L. Llenas y S. Ponsá
- P3.24.** Líneas de Investigación en Tratamiento de Aguas en el Grupo TEQUIMA-UCLM. **173**
J. Villaseñor, D. Sánchez, F.J. López-Bellido, J. Alonso, M. Muñoz, E. Lacasa, C.M. Fernández, J. Llanos, C. Sáez, F.J. Fernández, J. Lobato, L. Rodríguez, M.A. Rodrigo y P. Cañizares
- P3.25.** Eliminación de contaminantes de origen farmacéutico mediante un proceso combinado CWPO-biológico. **174**
Y. Huacalco-Aguilar, S. Álvarez-Torrellas, M. Larriba, V.I. Águeda, J.A. Delgado y J. García
- P3.26.** Lignosulfonatos de magnesio para la preparación de catalizadores carbonosos bimetálicos para la reducción de nitratos. **175**
F. J. García-Mateos, J.M. Rosas, J. Rodríguez-Mirasol y T. Cordero
- P3.27.** Recuperación del nitrógeno de un efluente de fermentación acidogénica mediante una membrana permeable al gas. **176**
A. Serra-Toro, S. Astals, F. Mas y J. Dosta
- P3.28.** Extracción de sulfametoxazol en disolución acuosa mediante el uso de disolventes eutécticos hidrofóbicos. **177**
P. Gutiérrez-Sánchez, D. Rodríguez-Llorente, M. Larriba, S. Álvarez-Torrellas y J. García
- P3.29.** Extracción multicomponente de antibióticos de aguas hospitalarias mediante el uso de disolventes de origen natural. **178**
P. Gutiérrez-Sánchez, D. Rodríguez-Llorente, M. Larriba, S. Álvarez-Torrellas y J. García
- P3.30.** Operación de un fotobiorreactor de membrana como tratamiento avanzado de un proceso de lodos activados. **179**
E. Segredo-Morales, E. González y L. Vera
- P3.31.** Reutilización de disolventes y recuperación de bisfenol A de disoluciones acuosas utilizando terpenoides y disolventes eutécticos hidrofóbicos. **180**
D. Rodríguez-Llorente, P. Gutiérrez-Sánchez, V. Ismael Águeda, S. Álvarez-Torrella, J. García y M. Larriba
- P3.32.** Extracción de fenoles de corrientes acuosas utilizando terpenoides y disolventes eutécticos. **181**
D. Rodríguez-Llorente, P. Gutiérrez-Sánchez, V. Ismael Águeda, S. Álvarez-Torrella, J. García y M. Larriba
- P3.33.** Adsorción simultánea de bisfenol-A y fenol en carbones activados obtenidos a partir de lignina. **182**
M.C. Gutiérrez, I. Moulefera, F.J. García-Mateos, J. Rodríguez-Mirasol y T. Cordero
- P3.34.** Aspectos cinéticos del ensuciamiento de membranas de microfiltración por microplásticos. **183**
C. Álvarez-Fernández, R. Pizzichetti, C. Pablos, K. Reynolds, S. Stanley y J. Marugán
- P3.35.** Eliminación de Ag(I) por *Rhodotorula mucilaginosa* 1S1: cinética, equilibrio y termodinámica del proceso. **184**
A.J. Muñoz, F. Espínola, M. Moya, E. Ruiz y E. Castro
- P3.36.** Líneas de investigación del Grupo de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cantabria (GIA-UC). **185**
A. Lobo, C. Rico, A.L. Esteban-García, R. Díez-Montero, A. López e I. Tejero
- P3.37.** Calor óhmico como método de inactivación de microalgas en aguas de lastre. **186**
I. Rivas-Zaballos, R.N. Pereira, A.A. Vicente, A. Acevedo-Merino y E. Nebot

- P3.38.** Estudios del efecto del tratamiento electromagnético en algas y bacterias. **187**
N. Boluda-Botella, S. Martínez-Moya, M.D. Saquete-Ferrándiz y J. García-Quiles
- P3.39.** Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del río Guadaíra. **188**
A. Aguilera, M. Ballesteros, I. Canosa, J.D. Delgado, M.J. Fernández-Rodríguez, B. Floriano, A. Jiménez, F. Moral y M. Rodríguez
- P3.40.** Uso de bioadsorbentes como prospectiva en descontaminación de metales en aguas a nivel industrial. **189**
L.M. Jaramillo, J.A. Serna y A.N. Ardila

SESIÓN ORAL I: Aguas potables &
Reutilización agua & Energía

Desarrollo de una metodología para una gestión resiliente en los sistemas de tratamiento de agua potable. De la investigación a la validación a escala real

A. Cabrera-Codony, L. Ferràndez-Galceran, M. Valentí, M.J. Martín, M. Poch y H. Monclús

*LEQUIA – Laboratory of Chemical and Environmental Engineering, Institute of the Environment. Universitat de Girona
hector.monclus@udg.edu*

Las plantas de tratamiento de agua potable (ETAPs) constan de diferentes unidades de tratamiento que actúan como barreras químicas y físicas contra patógenos microbianos y contaminantes químicos para abastecer a la población. La materia orgánica natural (MON) es el mayor precursor de los subproductos de desinfección (SPDs), el resultado no deseado de las prácticas de desinfección del agua. Éstos son los principales contribuyentes del riesgo químico para la salud humana del agua potable. Se han informado de más de 700 SPDs, siendo los trihalometanos y los ácidos haloacéticos los más frecuentes. El balance entre los riesgos químicos y microbiológicos del agua es uno de los mayores desafíos del tratamiento del agua potable. En el marco del proyecto ShERLoCK (MICI), el objetivo de este trabajo es la optimización de uso de las tecnologías avanzadas para una mayor eliminación de precursores de SPD. Estas tecnologías incluyen la coagulación mejorada, la adsorción y el intercambio iónico, ultrafiltración o los procesos de oxidación avanzados y es necesaria una evaluación integrada sobre los mecanismos y causas de la (in)eficiencia del tratamiento del agua a escala laboratorio, piloto y real. Las decisiones sobre las condiciones de operación dependen de un número indeterminado de factores que influyen en la composición del agua. En la mayoría de los casos, el ajuste de las operaciones depende del operador y es subjetiva, lo que conduce a resultados subóptimos en términos de calidad del agua y de los costes económicos y ambientales. El desarrollo de un Sistema de Ayuda a la Decisión (SAD) proporciona a los usuarios una mejor comprensión del problema y aumentará su capacidad de decisión, siendo potencialmente la herramienta más útil para hacer frente a la compleja toma de decisiones. Para mejoras operativas hacia una mayor resiliencia, el SAD debe permitir una evaluación de riesgo predictiva en tiempo real y priorizar de las acciones de control, reflejando las consecuencias de las decisiones en el tren de tratamiento y en el sistema de distribución. Para desarrollar e implementar el SAD es necesario identificar parámetros, patrones y mecanismos de razonamiento para diseñar nuevos indicadores y estrategias de control a partir de conocimientos experimentales y avanzados a través de operación a escala laboratorio, piloto y real que relacionen las técnicas avanzadas de caracterización de MON con la formación de SPD regulados.

Palabras clave: Materia orgánica natural, Sistemas ayuda decisión, Subproductos desinfección, Tecnologías de tratamiento de aguas potables.

Agradecimientos: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Gobierno de España: Retos de la Sociedad (CTM2017-83598-R & PID2020-112615RA-I00). Ministerio de Ciencia e Innovación: Programa Ramon y Cajal (RYC2019-026434-I; Hèctor Monclús), Programa Juan de la Cierva-Incorporación (IJC2020-045964-I; Alba Cabrera). Generalitat de Catalunya: becas predoctorales Doctorat Industrial con la empresa FISERSA (Laura Ferràndez) IF-AGAUR (Meritxell Valentí).

Estudio y simulación del aumento de turbidez en el agua tratada con ClO₂

A. Prieto¹, I. Gisbert¹, M. Ortueta¹, M. Celaya¹, F. Mijangos¹, R. Aguado², M. Bartolome³, L. Hernando³ y S. Paunero³

¹ Universidad del País Vasco (EHU/UPV). Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación Ingeniería ambiental y desarrollo sostenible, ING-SOS. ² Universidad del País Vasco (EHU/UPV). Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Procesos Catalíticos y Valorización de Residuo, ProCatVaRes. ³ Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (CABB).

Mediante el modelo cinético que se ha desarrollado se han analizado las variables de mayor impacto en la formación de la turbidez la corriente de salida del agua tratada de los depósitos de almacenamiento de E.T.A.P. de Venta Alta (Arrigorriaga, España).

$$Q_e \cdot S_e - Q_s \cdot S_s + V_T \cdot [k_0 \cdot (ISS - 1) \cdot \Delta Ca] = V_T \cdot \left(\frac{dS}{dt}\right)$$

Tras realizar las simulaciones se ha observado que el aumento de la temperatura trae consigo un aumento considerable de la turbidez de salida. Análogamente, el aumento de la alcalinidad del agua tiene influencia en el incremento de la concentración de los sólidos suspendidos en el agua.

Al igual que ocurre con la temperatura, la concentración de calcio está estrechamente relacionada con el índice de saturación, que, a su vez, está estrechamente relacionado con la formación de turbidez. Al aumentar la concentración de calcio disminuye pHs, haciendo aumentar el índice de saturación y, por lo tanto, la turbidez de la corriente de salida. La dosificación de dióxido de cloro como desinfectante provoca la destrucción de la película de materia orgánica que rodea a las partículas en suspensión y que, a su vez, impide la adsorción de los cationes desestabilizantes (Ca²⁺) sobre la materia coloidal. Como consecuencia, se produce la coagulación de la materia coloidal en el agua, que se traduce en un aumento de la turbidez. Por lo tanto, cuanto mayor es la cantidad de calcio en el agua, mayor es la formación de turbidez. No obstante, cuanto mayor es la cantidad de trihalometanos formados durante la dosificación de ClO₂, se ha observado que menor es la turbidez de salida de los depósitos de agua.

Finalmente, como es de esperar, cuanto mayor es el caudal de entrada, mayor es la turbidez del tanque de almacenamiento, derivado de la agitación que ello implica sobre los sólidos coloidales en suspensión. En cambio, a mayor caudal de salida menor es la formación de turbidez que se da en el interior del tanque de almacenamiento.

Palabras clave: Dióxido de cloro, Turbidez, pH, Temperatura, Trihalometanos, Índice de Langelier, Scilab.

Procesos solares y ozonización para la reutilización de agua de lavado de la industria de IV gama: evaluación global

S. Nahim-Granados¹, P. Plaza-Bolaños², I. Oller¹, S. Malato¹, A. Aguera², J.A. Sánchez-Pérez² y M.I. Polo-López¹

¹ Plataforma solar de Almería-CIEMAT, Carretera de Senés Km 4, 04200 (Tabernas, Almería), Spain. ² CIESOL, Joint Centre of the University of Almería-CIEMAT, 04120 Almería, Spain.

snahim@psa.es

La intensificación del estrés hídrico genera nuevos desafíos para la sostenibilidad de la agricultura actual y futura. En este sentido, la reutilización agrícola de aguas residuales industriales procedentes de industrias agroalimentarias representa una herramienta útil para mejorar la eficiencia del ciclo integral del agua mediante el aprovechamiento de recursos no convencionales. Entre las distintas industrias agroalimentarias, destaca la industria de IV gama por su desarrollo exponencial en los últimos años y su elevado consumo de agua principalmente asociado al lavado de los productos. Esta etapa de lavado lleva asociada un elevado riesgo de contaminación microbiológica, para disminuir este riesgo la estrategia industrial más extendida es la adición de compuestos clorados al agua de lavado.

Sin embargo, la aplicación del proceso de cloración lleva asociada importantes desventajas entre las que destaca la generación de subproductos de desinfección tóxicos (DBP, por sus siglas en inglés), lo cual ha dado lugar a la prohibición de esta práctica en algunos países europeos. Siendo necesaria la búsqueda y evaluación de tratamientos de agua alternativos capaces de disminuir el riesgo microbiológico asociado a los productos de IV gama sin la generación de DBP, así como permitir la posterior reutilización agrícola de la misma.

En línea con esto, en este estudio se ha evaluado la eficiencia de dos procesos solares (H_2O_2 /solar y Fe^{3+} -EDDHA/ H_2O_2 /solar) y el proceso de ozonización para la desinfección (*E. coli* O157:H7 y *Salmonella enteritidis*) y eliminación simultánea de cinco microcontaminantes en agua simulada de la industria de IV gama a escala piloto. Posteriormente, se evaluó el empleo del agua regenerada para ensayos de reutilización evaluando la translocación de los contaminantes objetivo a los vegetales (lechuga y rábano). Por último, se llevó a cabo una evaluación del proceso global desde el punto de vista tecno-económico (costes de tratamiento), ambiental (toxicidad) y de seguridad alimentaria (evaluación de riesgos).

Palabras clave: Microcontaminantes, desinfección, agua industrial, reutilización, evaluación de riesgos.

Agradecimientos: La Dr. Samira Nahim-Granados agradece por su ayuda Juan de la Cierva-Formación, FJC2020-045483-I financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.

Uso de simuladores dinámicos para optimizar la operación integral de los sistemas de saneamiento. Caso de la red de Lea-Artibai (Bizkaia)

L. Sancho¹, B. Elduayen¹, T. Fernández-Arévalo¹, A. Ciriza², M. Gutierrez³ y E. Ayesa¹

¹Ceit. Grupo de Aguas y Residuos. ² Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. ³ Azti TECNALIA
eayesa@ceit.es

La información necesaria para optimizar globalmente la operación de los sistemas de saneamiento de aguas residuales urbanas requiere combinar adecuadamente una gran cantidad de información heterogénea y procedente de diferentes fuentes.

Entre estas fuentes, además de los datos de cantidad y calidad del agua registrados en los diferentes elementos de la red (colectores, tanques de tormenta, bombeos, alivios, estaciones depuradoras, etc.), puede ser útil incorporar información adicional proveniente, por ejemplo, de los patrones de consumo de agua en las zonas urbanas, los vertidos industriales esperados a la red, las lluvias registradas o pronosticadas o los niveles de mareas previstos para las próximas horas o la calidad del agua en los medios receptores. Toda esta información complementaria se basa en la recogida de datos que presentan una alta heterogeneidad en cuanto a su calidad, fiabilidad y frecuencia, y que deben ser adecuadamente procesados e integrados para ser de utilidad a los operadores del sistema de saneamiento.

El proyecto LIFE+ Vertalim “*Efficient integration of discharges from small food industries into urban sanitation systems*” (Ref.: LIFE15 ENV/ES/000373) ha permitido, entre otros resultados, establecer los criterios de operación de la red de saneamiento de la zona de Lea-Artibai (Bizkaia) considerando la incorporación de los vertidos industriales y el efecto de las lluvias y las infiltraciones marinas. Para ello se ha hecho un importante esfuerzo de monitorización de vertidos y se han desarrollado modelos matemáticos de la red y de sus principales entradas (agua residual urbana, vertidos industriales, escorrentía e infiltraciones marinas) para estudiar por simulación el efecto de cada una de esas entradas y para definir los criterios de operación global ante cada posible escenario que minimizan los impactos en la depuradora o el medio receptor.

El proyecto ha estado liderado por el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia y han participado los centros tecnológicos Ceit y Azti y un grupo de empresas conserveras de la zona.

Palabras clave: Instrumentación, modelado, red saneamiento, simulación.

Agradecimientos: Acción LIFE+ Vertalim (Ref.: LIFE15 ENV/ES/000373)

Posibilidades de la aplicación de Blockchain a la mejora de la gestión del tratamiento y depuración de agua urbana

A. Rodríguez Furones¹ y J.I. Tejero Monzón²

^{1,2} Universidad de Cantabria. Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y Medio Ambiente. Av. de los Castros, s/n, 39005 Santander, España.

antonio-miguel.rodriguez@alumnos.unican.es

Blockchain ha evolucionado del planteamiento inicial del protocolo de Satoshi Nakamoto (2008), orientado al desarrollo de un sistema financiero “desintermediado” al planteamiento de distintas redes de Blockchain (públicas, permissionadas...) que exploran las posibilidades asociadas a la trazabilidad, inmutabilidad y confianza de las transacciones de información almacenadas y gestionadas en este tipo de Tecnología de Registro Distribuido (Vida J., Jeannette Paschen et al (2019). Business Horizons, Volume 62, Issue 3, 295-306).

Dentro de los retos actuales de gestión de los servicios de agua urbana, ciertas aplicaciones sobre Blockchain pueden ayudar a mejorar la gestión de los procesos de tratamiento y depuración, mejorando su resiliencia y gobernanza. (SJ Van de Meene, RR Brown et al, (2011). Global Environmental Change (Elsevier), Volume 21, Issue 3, 1117-1127). En este sentido, la identificación de casos donde Blockchain puede aportar valor requiere una doble perspectiva:

1) Modelización y análisis de los procesos en los que se estructura la operación, desde una perspectiva de gestión (establecimiento de KPIs, Cadena de Valor de Michael Porter, Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisión, etc...) (Porter, M. E. (1980). Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. Free Press, New York.)

2) El análisis de Blockchain como habilitador tecnológico que mejore la gestión de los procesos en estudio, a partir de un análisis coste/beneficio, tras verificar su encaje en el marco legal actual y los requerimientos tecnológicos específicos (Berglund, EZ; Monroe, JG et al, (2020). Journal of Information Systems, Volume: 26 Issue: 2).

La metodología anterior permite evaluar la potencialidad de Blockchain para mejorar la gestión de los activos como, por ejemplo:

1) El registro de la actividad de los puntos de control de mantenimiento preventivo para la "generación de pruebas preconstituidas" en caso de accidentes o incidentes y

2) La ejecución de las cláusulas de los programas de mantenimiento integral basados en contratos inteligentes (*smart contract*) definidos al efecto.

#Blockchain #Transformación Digital #Gestión Procesos #Tratamiento #Depuración

Aprovechamiento de las aguas residuales urbanas mediante la recirculación de nutrientes y producción de biomasa algal



G. Hodaifa^{1,2}, M. Vargas-Porras¹, A. Belaiba¹, M. Smoleń¹, N. Basegio-Castellani¹ y S. Sánchez²

¹Universidad Pablo de Olavide, Depto. Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica, Área de Ingeniería Química, Ctra. Utrera km 1, ES-41013 Sevilla, España; tel. +34954978206, email: ghodaifa@upo.es ²Chemical, Environmental and Materials Department, University of Jaén, University Institute for research in Olives and Olive-Oils, Es-23071 Jaén, Spain

Las EDARs tienen un papel fundamental en la conservación del medioambiente. Pero las exigencias del cambio climático van más allá de una simple solución basada en la biorremediación exigiendo generación de energía y reducción de CO₂. Las EDARs se basan en un tratamiento primario (T-P) y secundario (T-S), el agua tratada a la salida del T-S sigue teniendo nutrientes que son de interés para el crecimiento de las microalgas permitiendo alcanzar los siguientes objetivos: i) realizar un tratamiento terciario, ii) generar biomasa algal rica en compuestos energéticos y iii) eliminar el CO₂ atmosférico e industrial reduciendo así el efecto invernadero. En este trabajo, se ha utilizado agua del T-S como medio de cultivo para la producción de la biomasa de *Chlorella vulgaris* en columnas de burbujeo de 4 L de capacidad. En este sentido, se ha estudiado la influencia de la velocidad de aireación (de a 5 L/min) en el crecimiento algal, en la calidad del agua final y en la composición bioquímica de la biomasa cosechada. Las condiciones de operación han sido pH 9,0, temperatura ambiente y luz solar. En estos cultivos se han determinado velocidades específicas máximas de crecimiento (μ_m) entre 0,0039 y 0,0094 h⁻¹ y productividades en biomasa (P_b) entre 0,026 y 0,44 mg L⁻¹ h⁻¹. Siendo 3 L/min el caudal de aire óptimo ($\mu_m = 0,0094$ h⁻¹ y P_b = 0,44 mg L⁻¹ h⁻¹). La composición bioquímica de la biomasa se ha influenciado por el caudal de aire suministrado. El porcentaje de proteínas crudas ha variado entre 42,1% y 65,4%, el de carbohidratos entre el 22,2% y 45,9% y el de lípidos entre 5,1% y 9,0%. Los porcentajes de eliminación de carbono orgánico total, DQO, nitrógeno total y CO₂ del aire han sido 14 al 62,3%; 36,1 al 80%; 8,7 al 80,1% y 6,0 al 11,0%, respectivamente.

Palabras clave: Agua residual urbana, *Chlorella vulgaris*, Columna de burbujeo.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por FEDER y por la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad, de la Junta de Andalucía, en marco del programa operativo FEDER Andalucía 2014-2020. Objetivo específico 1.2.3. «Fomento y generación de conocimiento frontera y de conocimiento orientado a los retos de la sociedad, desarrollo de tecnologías emergentes») en marco del proyecto de investigación de referencia UPO-1260312 «Revalorización y reutilización de efluentes gaseosos (gases de combustión "CO₂") y líquidos (aguas residuales urbanas e industriales) mediante el uso de Tecnologías Avanzadas de Oxidación y producción de biomasa algal de alto valor añadido». Porcentaje de cofinanciación FEDER 80%. También, agradecer la Universidad Pablo de Olavide por la financiación mediante los proyectos puentes competitivos del plan nacional de investigación con cargo al Plan Propio de Investigación y Transferencia 2018-2020 (Rf^a: PPI1904), Ref.: RTI2018-101875-B-C22.



Diseño e implementación de un agitador pasivo multitubular para incrementar la dosis UV de los canales de desinfección en EDAR's

D. Trifi¹, S. Chiva¹, J. Climent², R. Arnau², P. Carratalà², M. García³, I. Beltrán⁴, C. Badenes⁴ y R. Martínez-Cuenca¹

*Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universidad Jaume I (UJI), Castelló, España¹
HYDRENS, España² Fomento Agrícola Castellonense, S.A (FACSA), España³ Ayuntamiento de Castelló, España⁴
trifi@uji.es*

Los sistemas de desinfección ultravioleta son los sistemas más usados para el tratamiento de agua potable debido a su bajo impacto medioambiental y su moderado coste económico. Por contra, su uso en tratamientos de agua residual está aún en desarrollo. En este tipo de aguas los sólidos en suspensión absorben y dispersan la luz reduciendo de forma significativa su rendimiento. Su escalado para adaptarlos a este tipo de aguas es complejo, dada la alta variabilidad de su composición (incluso para una misma planta de depuración). Para aguas con menor turbidez que la del valor de diseño se produce una sobredosis de radiación en los patógenos. Por contra, para aguas con una elevada concentración de sólidos, dentro del sistema aparecen regiones oscuras donde la radiación no penetra y no se administra dosis alguna.

Este trabajo se ha llevado a cabo para optimizar el canal de desinfección ultravioleta instalado en la EDAR de Castelló (España). El análisis de esta instalación con la ayuda de la dinámica computacional de fluidos (CFD, Computational Fluid Dynamics) permite identificar las principales causas hidrodinámicas de la reducción en la dosis de radiación UV. Así, se ha detectado que la radiación UV no alcanza las regiones intermedias entre lámparas para aguas con elevadas concentraciones de sólidos. Además, el flujo en esas regiones tiene una mezcla deficiente, por lo que hay una cantidad significativa de patógenos que atraviesan todo el reactor por regiones oscuras, por lo que no reciben apenas dosis. Este fallo en la hidráulica se puede resolver insertando agitadores pasivos en el interior del reactor.

En este caso, se ha optado por un arreglo multitubular, con tubos de PVC dispuestos verticalmente entre cada par de columnas de tubos UV. Cada uno de los tubos introduce agitación gracias al desprendimiento de vórtices turbulentos que provocan en este régimen de flujo. Una configuración CFD avanzada, con una resolución transitoria de la irradiación (modelo Monte Carlo), modelo LES para turbulencia y un modelo Lagrangiano para el E. Coli permitió determinar el diámetro de tubo que maximiza la dosis UV media administrada. La estructura multitubular con tubos de ese diámetro se instaló en el canal ultravioleta observando un aumento de 1,1 décadas en la inactivación respecto de la configuración original (sin tubos y añadiendo peróxido).

Palabras clave: Análisis y optimización, Desinfección UV, Simulación CFD, Tratamiento de aguas residuales.

SESIÓN ORAL II:

Procesos avanzados de oxidación y catálisis

Depuración de aguas mediante procesos de oxidación catalítica y adsorción empleando materiales carbonosos

V. I. Águeda, S. Álvarez-Torrellas, J. Cañas, J. Carbajo, J.A. Delgado, P. Gutiérrez, A.B. Hernández-Abreu, Y. Huacalillo-Aguilar, D. Huber, M. Larriba, M. Martín, G. Ovejero, E. Portillo, D. Rodríguez-Llorente, E. Sanz-Santos, E. Serra-Pérez y J. García

Grupo de Catálisis y Procesos de Separación (CyPS), Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España
jgarcia@ucm.es

En el medio ambiente podemos encontrarnos multitud de microcontaminantes orgánicos, muchos de los cuales pueden llegar a las aguas residuales que entran en las depuradoras. La eliminación de los mismos, es por tanto de una gran importancia, fundamentalmente porque muchos productos orgánicos son conocidos o sospechosos de ser carcinógenos y/o mutágenos, y pueden tener efectos perjudiciales para la vida acuática y la calidad del agua potable. Entre los contaminantes orgánicos prioritarios y emergentes definidos por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (USEPA) y la Comunidad Europea (CE) se encuentran los plaguicidas, fenoles, compuestos aromáticos, compuestos farmacéuticos, productos para el cuidado personal, surfactantes, plaguicidas y pesticidas, drogas de abuso, aditivos de combustibles, retardantes de llama, policlorobifenilos (PCBs), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), compuestos perfluorados, dioxinas, hormonas y otras sustancias, fundamentalmente de carácter orgánico. Muchos de estos contaminantes proceden de fuentes industriales, como el refinado de petróleo, las industrias químicas orgánicas y sintéticas, la siderurgia y la conversión del carbón y el procesamiento textil, entre otras.. Por lo tanto, muchos de estos contaminantes pueden estar presentes en las aguas residuales industriales.

En este contexto, se hace una revisión de los diferentes tratamientos de oxidación catalítica, (oxidación húmeda catalítica-CWAO, oxidación húmeda catalítica promovida por peróxido de hidrogeno-CWPO, oxidación húmeda) y de los procesos de adsorción (discontinuo y lecho fijo) en el tratamiento de diversos contaminantes orgánicos presentes en las aguas, tanto en aguas modelo como en aguas reales. Para llevar a cabo los procesos anteriores, se han empleado materiales de carbono diversos (nanotubos de carbono, nanoesferas de carbono, nanofibras de carbono, materiales de carbono low cost, etc.).

Palabras clave: Adsorbentes, catalizadores, materiales de carbono, tratamiento de aguas

Agradecimientos: Este trabajo ha sido apoyado por el MICINN a través del proyecto CATAD3.0 PID2020-116478RB-I00. Además, los autores agradecen la financiación por parte de la Comunidad de Madrid (España), a través de los proyectos de doctorado industrial (IND2017/AMB-7720 e IND2019/AMB-17114), así como a la Red REMTAVARES (S2018/EMT-4341) y al Fondo Social Europeo.

Estudio cinético y mecanístico de la reacción del ozono y del radical hidroxilo con compuestos derivados del bisfenol A

O. Porcar-Santos, A. Cruz-Alcalde y C. Sans

Universitat de Barcelona. Departamento de Ingeniería Química y Química analítica. Grupo de Investigación: Ingeniería de procesos de oxidación avanzada.

oriol.porcar@ub.edu

En los últimos años, el bisfenol A (BPA) ha sido uno de los disruptores endocrinos más estudiados, ya que desde los años 50 se ha estado utilizado para la fabricación de productos poliméricos como plásticos de policarbonato y resinas epoxi con diversidad de aplicaciones. Debido a su actividad estrogénica, el uso del BPA acabó restringido por legislación. Una de las soluciones ha sido su sustitución por otros compuestos estructuralmente análogos, como el bisfenol F (BPF) i bisfenol S (BPS), entre otros. Sin embargo, se ha observado que gran parte de estos compuestos también presentan actividad estrogénica, similar al BPA. Asimismo, algunos derivados del bisfenol se están detectado en los efluentes de las plantas de tratamiento de agua residual en un rango de concentraciones de ng L^{-1} .

La aparición de estos nuevos compuestos en las aguas residuales formula la necesidad de conocer la eficiencia de las diferentes estrategias de eliminación de contaminantes emergentes de los tratamientos terciarios, sobre todo cuando la finalidad es la reutilización de los efluentes tratados. En este trabajo se han estudiado los tratamientos de ozonización y UV/H₂O₂, mediante el estudio de la reactividad y eliminación de estos compuestos por el ozono (O₃) y el radical hidroxilo ($\cdot\text{OH}$).

Los resultados obtenidos muestran una alta reactividad de los diversos bisfenoles con el $\cdot\text{OH}$, con constantes cinéticas de segundo orden de 9 órdenes de magnitud para todos ellos. Por otro lado, la reactividad con el ozono muestra una gran dependencia con el pH. Para valores de pH neutros y básicos, las constantes cinéticas aparentes de segundo orden son altas, de 6 a 9 órdenes de magnitud. Sin embargo, a pH ácidos, esta reactividad con el ozono disminuye a constantes cinéticas aparentes de 1 hasta 4 o órdenes de magnitud, dependiendo del compuesto. En la mayoría de los casos, el intermedio mayoritario generado por la reacción de los diversos bisfenoles con el $\cdot\text{OH}$ y con el O₃ se produce mediante la hidroxilación en la posición *orto* de los grupos fenol. La obtención de estos resultados permite demostrar la viabilidad de los tratamientos basados en ozono y el radical hidroxilo para la eliminación de los compuestos análogos al bisfenol A.

Palabras clave: Ozono, radical hidroxilo, bisfenol, espectrometría de masas de alta resolución, intermedios

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033, UE (proyecto PID2020-112674RB-I00), por la beca FPI de Oriol Porcar (PRE2018-084184) y por la agencia de gestión de ayudas universitarias y de investigación de la Generalitat de Catalunya (proyecto 2017SGR131).

Foto-Fenton solar combinado con NaClO para el cumplimiento de los nuevos requisitos de desinfección establecidos por EU 2020/741

N. Pichel¹, S. Belachqer-El Attar¹, P. Soriano-Molina¹, J.L. Casas López¹ y J.A. Sánchez Pérez¹

¹ Universidad de Almería. Dpto. Ingeniería Química. Centro de Investigación en Energía Solar (CIESOL), Centro mixto Universidad de Almería-CIEMAT, Ctra. de Sacramento s/n, Almería 04120, España Autor de correspondencia: nataliapichelccamb@gmail.com

La Unión Europea, mediante el reglamento EU 2020/741, ha establecido objetivos de desinfección más restrictivos para la utilización segura de las aguas regeneradas destinadas a riego agrícola. Estos objetivos incluyen no solo *Escherichia coli*, sino también otros microorganismos más resistentes como *Clostridium perfringens* y colifagos, con objetivos de desinfección ≥ 5 unidades \log_{10} , o ausencia cuando no están presentes en cantidad suficiente para conseguir la reducción requerida. Dentro de este nuevo marco legislativo, este trabajo estudia la eficiencia de desinfección de un sistema basado en foto-Fenton solar combinado con NaClO para su aplicación como tratamiento terciario. Con este objetivo, la inactivación de *E. coli*, *C. perfringens* y el colifago MS2 fue evaluada en un reactor tipo 'raceway' de 80 L de capacidad y 10 cm de profundidad, el cual fue operado en flujo continuo y a pH neutro, usando el efluente procedente de la EDAR de El Toyo (Almería). Para llevar a cabo el proceso foto-Fenton, el reactor se alimentó simultáneamente con el complejo Fe^{3+} -NTA (0.1 mM), H_2O_2 (1.47 mM) y NaClO (0.134 mM), junto con el efluente de la EDAR, manteniendo un tiempo de residencia hidráulico de 60 min. Los ensayos se llevaron a cabo con una radiación solar UVA (327-380 nm) media de 20 W/m^2 , logrando una reducción máxima de 3 unidades \log_{10} para MS2, 2,5 para *E. coli*, y una unidad \log_{10} para *C. perfringens*. Teniendo en cuenta que los objetivos de desinfección para validación se evalúan respecto a las concentraciones de las aguas residuales que entran en la EDAR, los niveles totales de desinfección alcanzados fueron $> 5 \log_{10}$ para *E. coli*, con un máximo de $4 \log_{10}$ para *C. perfringens*. Por lo tanto, en condiciones de mayor radiación solar y/o mediante el ajuste de las condiciones oxidantes, el tratamiento mediante foto-Fenton solar con la adición simultánea de NaClO, se muestra como una tecnología prometedora como tratamiento terciario para la regeneración de aguas con los requerimientos de calidad más altos, por la categoría de cultivo y el método de riego, clasificadas en la clase A. Así mismo, cumple con los requisitos de control para las aguas de clase A (*E. coli* ≤ 10 UFC/100 mL), y, por tanto, también para las clases con menores restricciones (B, C y D).

Palabras clave: Control de calidad, desinfección, reutilización, riego agrícola, validación.

Agradecimientos: Los autores agradecen la contribución del proyecto NAVIA (PID2019-110441RB-C31). N. Pichel agradece la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación, Programa Juan de la Cierva, contrato FJC2019-042533-I. S. Belachqer-El Attar agradece al Fondo Europeo de Desarrollo Regional, Universidad de Almería (UAL/CECEU/ERDF) a través del proyecto UAL18-BIO-A033-B. P. Soriano-Molina agradece su contrato de investigación (DOC_00544) financiado por el Programa Operacional ESF Andalucía 2014-2020, medida comunitaria D1113102E3.

Determinación de la intensidad en un reactor ultravioleta LED de flujo continuo para desinfección bacteriana

L. Romero-Martínez¹, J. Moreno-Andrés¹, A. Acevedo-Merino¹ y E. Nebot¹

¹ Universidad de Cádiz. Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente. Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR). Campus de Excelencia Internacional Global del Mar (CEI-Mar)
leonardo.romero@uca.es

La radiación ultravioleta en el rango C (UVC) es una tecnología de uso común para la inactivación de organismos en aguas potables, residuales y marinas. En la mayoría de los campos de aplicación, las lámparas tradicionales han sido sustituidas en las últimas décadas por diodos emisores de luz (LEDs), con mayores prestaciones. En los años recientes, los UVC-LED están siendo mejorados, haciendo viable el desarrollo de sistemas de desinfección de aguas basados en esta tecnología. Para una correcta evaluación del tratamiento de desinfección es esencial conocer la dosis UV aplicada, calculada como el producto de la intensidad media (I_m) y el tiempo de exposición. Los reactores de rayo colimado (CBR) se caracterizan por permitir calcular I_m de forma precisa a partir de los parámetros morfométricos del reactor, la irradiancia y la transmitancia de la muestra (Bolton *et al.*, 2015, IUVA News 17, 11–16). En cambio, los reactores de flujo continuo (FTR), de funcionamiento más parecido a los equipos de desinfección reales, no permiten un cálculo directo de I_m . Para determinar I_m en FTRs se emplean métodos indirectos como el modelado geométrico de la distribución de la irradiancia y la biosimetría. El objetivo de este estudio es desarrollar un modelo geométrico para el cálculo de la intensidad media en un FTR UVC-LED, validarlo mediante biosimetría y evaluar su eficacia del FTR sobre diferentes organismos bacteriano fecales y marinos. Se emplearon dos reactores equipados con lámparas LED con emisión entre 265 y 285 nm: un CBR (Photolab LED275-0.01/300-0.03/365-1cb, APRIA Systems S.L.) y un FTR (Photolab LED275-0.4c, APRIA Systems S.L.). La I_m en el FTR se determinó mediante modelado geométrico y validada mediante biosimetría empleando los organismos *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Vibrio alginolyticus*. La eficacia del tratamiento sobre los diferentes organismos se evaluó mediante la modelización de sus curvas de inactivación. El modelado geométrico reportó una I_m de 0.798 mW cm⁻² y la biosimetría 0.815 mW cm⁻², tomando como referencia una transmitancia del 95%. Dado que el FTR dispone de una capa reflectante en su carcasa, el modelo geométrico incluye un factor de reflectancia que, calibrado en función de la I_m obtenida en la biosimetría, se estima en un 5%. Las curvas de inactivación se ajustan a un modelo log-lineal con hombro y resistencia similar en *E. coli* y *E. faecalis*. Por su parte, la inactivación de *V. alginolyticus* se ajusta a un modelo log-lineal con cola, con una baja resistencia en comparación con los otros dos organismos.

Palabras clave: Bacterias fecales, bacterias marinas, desinfección ultravioleta, diodos emisores de luz.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por la Unión Europea en el marco del Programa Operativo FEDER 2014-2020 y por la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía (FEDER-UCA18-108023 y FEDER-UCA18-105151).

Procesos tipo Fenton para la eliminación de conservantes: Efecto inhibitorio de la metil-isotiazolinona (MIT) en la degradación de parabenos

V. Duarte, A. Amat, A. Arques y L. Santos-Juanes

Universitat Politècnica de València. Dpto. de Ingeniería Textil y Papelera. Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada.
vicduaal@epsa.upv.es

Se estudió la degradación de distintos conservantes empleados en la industria cosmética, como los parabenos y la metilisotiazolinona (MIT) mediante procesos de tipo Fenton a pH cercano a la neutralidad. Para ello se emplearon sales de hierro (III) y peróxido de hidrógeno a pH inicial de 5. Para mejorar la eficiencia del proceso se emplearon sustancias tipo húmicas como agentes complejantes del hierro que previenen la formación de especies insolubles e inactivas del hierro (Caram, B., et al. (2018) Chemosphere 198, 139-146).

Se observó una lenta degradación de parabenos (metil, etil, propil, isobutil y bencil) a pH 5 para alcanzar un 50% en las dos horas de tratamiento. La degradación de los parabenos mejoró a pH 5 en presencia de sustancias húmicas (HLS) llegando a la degradación completa. Cabe destacar que las HLS empleadas fueron aisladas de residuos del café. La degradación de MIT en las mismas condiciones fue insignificante incluso en presencia de HLS. Para estudiar el posible efecto inhibitorio del MIT, se añadió este compuesto a la mezcla de parabenos. La presencia de MIT inhibió el proceso de degradación, lo que resultó en una baja eliminación de parabenos y MIT. Este hecho se puede atribuir a la formación de algún complejo no activo entre Fe^{3+} y MIT. Este efecto inhibitorio también se refleja en el consumo de peróxido de hidrógeno, que es insignificante en presencia de MIT.

Condiciones	Degradación (%)
Parabenos	50
Parabenos + HLS	100
Parabenos + MIT	25
Parabenos + MIT + HLS	45

Tabla 1. Degradación de parabenos (2h)

Se puede concluir que la MIT tiene un efecto inhibitorio sobre la degradación de los parabenos a través del proceso foto-Fenton probablemente por la formación de un complejo inactivo con el hierro a pH 5. Para la confirmación del este complejo se han de realizar nuevos experimentos que muestren variaciones en los espectros de absorción y emisión de fluorescencia. Lo que sí se ha observado es el efecto que podría tener este complejo que compite en la formación del complejo con las HLS, anulando prácticamente el efecto favorable de estas en la degradación de los parabenos.

Palabras clave: Agentes complejantes, Fenton, metil-isotiazolinona, parabenos.

Agradecimientos: Este proyecto ha recibido financiación del Ministerio de Economía y Competitividad de España RTI2018-097997-B-C31 y la Generalitat Valenciana AICO/2021/014.

Efecto de la matriz de agua y de la configuración del reactor en la inactivación de *Enterococcus sp.* mediante PMS activado por UV-A o H₂O₂

S. Guerra-Rodríguez¹, E. Rodríguez¹, J. Moreno-Andrés² y J. Rodríguez-Chueca^{1*}

¹ Departamento de Ingeniería Química Industrial y Medio Ambiente, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, C/José Gutiérrez Abascal 2, 28006, Madrid, España. ² Departamento de Tecnologías Medioambientales, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, INMAR, CEIMAR, Universidad de Cádiz, Campus Universitario de Puerto Real, 11510 Cádiz, España
jorge.rodrique.chueca@upm.es

Debido al cambio climático y al crecimiento de la población, aproximadamente dos tercios de la población experimentan una grave escasez de agua durante al menos un mes al año y, para 2050, esta cifra seguirá aumentando, de modo que el 52% de la población mundial estará en riesgo. Esto ha llevado a los investigadores y a los gobiernos a centrarse en la búsqueda de fuentes de agua alternativas para reducir el estrés hídrico. Sin embargo, la reutilización de las aguas residuales tiene ciertos riesgos asociados a presencia de patógenos y de contaminantes de preocupación emergente. Aunque los desinfectantes convencionales son eficaces, la presencia de subproductos de desinfección es su principal limitación. En este trabajo se ha estudiado la influencia de la matriz en la activación fotolítica del peroximonosulfato (PMS) y del peróxido de hidrógeno (H₂O₂) para la inactivación de *Enterococcus sp.* Además, se han evaluado dos configuraciones diferentes de reactor (reactor discontinuo y reactor tubular) que consiguen una desinfección completa en 120 min cuando se utiliza un reactor tubular. Se han estudiado tres matrices de agua (agua destilada, solución salina y agua residual simulada) y se han realizado experimentos utilizando secuestradores de radicales para determinar las principales especies reactivas implicadas en cada proceso. Se ha comprobado que el radical hidroxilo es el principal responsable de la inactivación de las bacterias en el agua destilada, mientras que las especies cloradas generadas durante los tratamientos son las responsables de la desinfección en una matriz salina. El estudio de la influencia de diversos iones inorgánicos (Br⁻, F⁻, PO₄³⁻, NO₃⁻, NO₂⁻) en los tratamientos reveló un aumento de la eficacia del sistema PMS/UV-A en presencia de Br⁻ debido a la generación de bromo. Además, se ha estudiado por primera vez el efecto del F⁻, determinando que la presencia de este compuesto no tiene una influencia significativa en el sistema H₂O₂/UV-A mientras que inhibe el tratamiento PMS/UVA. En general, los resultados sugieren que los tratamientos basados en H₂O₂ serían menos dependientes de la composición de la matriz que los que implican PMS, y la presencia de nitritos es una contraindicación para la aplicación de cualquiera de los dos procesos.

Palabras clave: Aniones; *Enterococcus sp.*; Procesos de Oxidación Avanzada; UV-A.

Agradecimientos: S. Guerra-Rodríguez agradece a la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) por el apoyo económico a través del contrato predoctoral del "Programa Propio". J. Rodríguez-Chueca agradece a la Comunidad de Madrid por la financiación del Proyecto de investigación IN_REUSE (APOYO-JOVENES-X5PKL6-88-KZ46KU) dentro del en el marco del convenio plurianual con la Universidad Politécnica de Madrid, y por el programa de excelencia del profesorado universitario. J. Moreno-Andrés agradece el contrato IJC2020-042741-I financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.

Supresión del efecto inhibitorio de cloruros, fluoruros y fosfatos en el proceso foto-Fenton mediante el uso de complejantes fenólicos

I. Vallés¹, J. Moreno-Andrés², A.M. Amat¹, A. Arques¹ y L. Santos-Juanes¹

¹ Universitat Politècnica de València, Campus d'Alcoi. Dpto Ingeniería textil y papelera. Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada. lusanju1@txp.upv.es ² Universidad de Cádiz. Dpto. de tecnología medioambiental. INMAR - CEIMAR.

El proceso foto-Fenton se basa en la capacidad de las sales de hierro en catalizar la descomposición del peróxido de hidrógeno en especies más reactivas como los radicales hidroxilo ($\cdot\text{OH}$). No obstante, existen varias especies presentes en las aguas que pueden afectar negativamente al proceso. Un ejemplo son los aniones, entre los cuales los cloruros, fosfatos o carbonatos han sido estudiados anteriormente por su capacidad de inhibir el proceso (Soler, J., et al. (2009) *Water research*, 43, 4441-4450).

Por otro lado, existen especies como compuestos orgánicos o macromoléculas que son capaces complejar el hierro, eliminando de este modo la formación de compuestos de hierro inactivos cuando aumenta el pH, pudiendo aplicar este proceso a pH medios. Entre estas especies se encuentran las sustancias fenólicas (Moreno-Andrés, J., et al. (2021) *Catalysts*, 11, 372), las cuáles han sido estudiadas en el presente trabajo usando el catecol como sustancia tipo.

Se ha usado una mezcla de seis contaminantes emergentes (CECs) con una concentración de cada uno, así como de hierro de $5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ y de $25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de catecol, a pH inicial de 5. Por otro lado, se han usado diferentes tipos de matrices de agua con 0, 1 y $30 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de NaCl llegando a emplear agua de mar real ($36 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$).

El uso de catecol produce una gran mejora del proceso, siendo la concentración de CECs despreciable a los 15 minutos acelerando fuertemente el proceso. Esto es debido a la complejación hierro-catecol, la cual evita la inactivación catalítica del hierro. A pesar de los estudios realizados anteriormente donde los cloruros producen un efecto negativo en el proceso, la matriz que contiene una concentración de $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ muestra los mejores resultados, atribuyéndose a cambios en la esfera de coordinación del hierro Fe^{3+} , provocando un cambio en el mecanismo del proceso. Finalmente, debido a su presencia en las aguas marinas, se estudió el efecto de los fluoruros y fosfatos. En estos casos, el catecol es capaz de reducir sus efectos negativos permitiendo degradaciones significativas en presencia de estas sales inorgánicas y abriendo la posibilidad aplicar procesos tipo Fenton en aguas que hasta el momento se consideraban refractarias a estos procesos.

Palabras clave: Catecol, cloruros, foto-Fenton, agua marina.

Agradecimientos: Este proyecto ha recibido financiación del Ministerio de Economía y Competitividad de España RTI2018-097997-B-C31.

SESIÓN ORAL III:

Tratamientos biológicos

Producción de bioplásticos con cianobacterias reutilizando nutrientes presentes en efluentes residuales

E. Rueda¹ y J. García¹

¹ *Universitat Politècnica de Catalunya. Dpto. Ingeniería Civil y Ambiental. Grupo de investigación: GEMMA – Grupo de Ingeniería y Microbiología del Medio Ambiente.*
estel.rueda@upc.edu

La acumulación de plásticos no biodegradables se ha convertido en un problema ambiental a nivel mundial. Aproximadamente el 60% de los plásticos producidos en todo el mundo se desecha en vertederos o ecosistemas naturales. De hecho, se estima que actualmente se acumulan alrededor de 500.000 toneladas de plásticos en los océanos. Los bioplásticos, y en especial, el polihidroxibutirato (PHB) han surgido como una alternativa a los plásticos derivados del petróleo, ya que se pueden producir y degradar biológicamente, son biocompatibles y tienen propiedades similares a las de los plásticos convencionales.

El PHB es producido por una gran variedad de microorganismos procariotas como almacenamiento de energía y carbono. Las cianobacterias (bacterias fotosintéticas o algas verde-azules) son uno de los productores de PHB más interesantes, ya que pueden producir estos polímeros utilizando solo luz solar y CO₂. Además, tienen la capacidad de eliminar y crecer utilizando los nutrientes (principalmente N y P) de las aguas residuales. El uso de estos efluentes residuales permite disminuir drásticamente los costes de producción, así como el impacto ambiental del proceso. Sin embargo, la producción de PHB con cianobacterias aún presenta algunos desafíos, como, por ejemplo, el bajo contenido nativo de PHB de las cianobacterias, la baja productividad o los elevados costes de producción. Por este motivo, se deben investigar nuevos enfoques que mejoren los rendimientos de acumulación y optimicen el proceso de producción. Así como buscar fuentes de nutrientes alternativas y estrategias que permitan la producción de PHB dentro del concepto de biorefinería, con el objetivo de lograr un proceso de producción más competitivo. En este trabajo se revisan las distintas estrategias que se han desarrollado en los últimos años para optimizar la producción de PHB con cianobacterias, enfatizando en las posibilidades y perspectivas que presentan distintos efluentes residuales en la producción de bioplásticos con cianobacterias.

Palabras clave: biopolímeros, cianobacterias, polihidroxibutirato (PHB), microalgas, polihidroxialcanoatos

Agradecimientos: Los autores quieren agradecer el apoyo recibido por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MCIU), la Agencia Nacional de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) [AL4BIO, RTI2018-099495-B-C21]. Estel Rueda agradece al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (FPU18/04941).

Co-tratamiento de residuos urbanos mixtos empleando bacterias fototróficas púrpura

S. Chacón, J. Villamil, F. Martínez, J.A. Melero, R. Molina y D. Puyol

Universidad Rey Juan Carlos de Móstoles. Departamento de Tecnología Química y Ambiental.
sandra.chacon@urjc.es

La incorporación de los residuos urbanos en la economía circular está propiciando la aparición de nuevas tecnologías de tratamiento enfocadas en la recuperación de productos de los mismos. Las aguas residuales urbanas (ARU) son ricas en nutrientes como N y P por lo que su recuperación es imprescindible. La biotecnología permite potenciar la transformación de las plantas de tratamientos de ARU en plantas de recuperación de recursos (Hülsen et al., 2020. *Bioresour. Technol.* 306, 123125). Para ello, es necesario contar con microorganismos capaces de asimilar estos nutrientes para su extracción y recuperación posterior. Destacan las bacterias fototróficas púrpura (PPB, en inglés), capaces de asimilar el carbono, nitrógeno y fósforo para su crecimiento empleando la luz del espectro IR. Sin embargo, las ARU tienen un bajo contenido en carbono, lo que obliga a suministrar una fuente externa para permitir la asimilación completa de los nutrientes, y así cumplir con los límites de vertido establecidos en legislación (Fradinho et al., 2021. *Bioresour. Technol.*, 327, 124820). En este proyecto, se emplea la hidrólisis térmica (150 °C-38 min) para solubilizar la materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos (FORSU) y así obtener una fracción líquida como fuente de carbono orgánico externa. Esta fracción aporta la cantidad necesaria de carbono al ARU, favoreciendo el metabolismo de las PPB. Esto permite, tratar dos residuos urbanos de forma simultánea y recuperar recursos de las corrientes residuales. En este trabajo hemos demostrado, empleando reactores CSTR de 2L (TRH= 3 d y TRC= 9 d), en los que las PPB son capaces de asimilar DQO:N:P hasta llegar a valores de vertido, operando en una relación de DQO:N:P de 100:5:1 y en una sola etapa. Se consiguió eliminar el 85% de la DQO soluble, el 46% del N y el 64% del P en condiciones de microaerofilia, manteniendo el potencial redox de -250 mV para favorecer el crecimiento de las PPB (Cerruti et al., 2020. *Front. Bioeng. Biotechnol.*, 17, 557234). Estos valores son muy prometedores para el escalado del co-tratamiento de las ARU y la fracción líquida del hidrolizado de la FORSU, obteniendo un efluente dentro de los límites de la normativa de vertido (COD<125ppm, N <15ppm y P<2ppm). El paso siguiente de esta investigación implica modificar las condiciones de operación para permitir la generación de bioplásticos (PHA) en el proceso, mediante el incremento de la velocidad de carga orgánica, y la disminución de la relación DQO/N. Además, se está analizando el efecto de la fermentación de la fracción líquida del hidrolizado para optimizar la acumulación de PHA. La producción estable de PHA en el proceso permitirá convertir el sistema en una auténtica foto-biorefinería de residuos urbanos.

Palabras clave: bacterias fototróficas púrpuras, biorefinerías, economía circular, y FORSU.

Agradecimientos: Proyecto europeo Deep Purple (BBIJU under grant agreement No 837998).

Mejora de la digestión anaerobia de la macroalga invasiva *Rugulopteryx okamurae* mediante co-digestión con alperujo: rendimiento del proceso y análisis cinético

D. de la Lama-Calvente¹, M.J. Fernández-Rodríguez², J. Llanos¹, J.M. Mancilla-Leytón³, J.C. García-Gómez⁴, F. Raposo¹ y R. Borja¹

¹Instituto de la Grasa (CSIC), Departamento Biotecnología de los Alimentos, Grupo: Aprovechamiento de Subproductos y Tratamiento de Residuos, Campus Universidad Pablo de Olavide, Edificio 46. Ctra. de Utrera, km 1, 41013 Sevilla, España

²Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Universidad Pablo de Olavide. Ctra. de Utrera, km 1, 41013 Sevilla, España ³Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, 41080 Sevilla, España

⁴Departamento de Zoología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, 41080 Sevilla, España

dlama@iq.csic.es

La valorización del alga parda invasiva *Rugulopteryx okamurae* (*R.o.*) es clave para frenar su expansión, que está generando que grandes cantidades de biomasa algal se acumulen en las playas del sur de España, afectando negativamente al sector pesquero y turístico de estas zonas. Como alternativa viable para el tratamiento de esta biomasa algal, en este trabajo se propone la co-digestión anaerobia de la misma con alperujo, un residuo semi-sólido procedente de la producción de aceite de oliva por el sistema de dos fases. La digestión anaerobia de la macroalga produce una menor cantidad de metano que la de un sustrato rico en carbono, como es el alperujo. Concretamente, 177 versus 418 NL CH₄ kg⁻¹VS, respectivamente.

La mezcla de sustratos mejora el rendimiento en metano de ambos sustratos por separado, siendo el más alto el que se obtuvo con la mezcla 1:3 (*R.o.*:alperujo), mejorando la producción individual de la macroalga en un 157% y la del alperujo en un 8,6%.

Se utilizaron los modelos matemáticos de primer orden y de transferencia para ajustar los datos experimentales de producción de metano con respecto al tiempo con el objetivo de evaluar los procesos y obtener las constantes cinéticas de la co-digestión anaerobia de distintas mezclas y de la digestión anaerobia de los sustratos independientes. Ambos modelos permitieron un ajuste adecuado de los resultados experimentales. La constante de velocidad específica, *k*, aplicando el modelo de primer orden, para la mezcla 1:1,5 (*R.o.*:alperujo), fue 5,1 y 1,3 veces mayor a la obtenida de la mono-digestión de alperujo y *R.o.*, respectivamente. Análogamente, el modelo de transferencia mostró que el valor más elevado de la velocidad máxima de producción de metano (*R_{max}*) se obtuvo para la mezcla 1:1,5 (*R.o.*:alperujo) (30,4 NL CH₄ kg⁻¹VS·day⁻¹), y que ésta fue 1,6 y 2,2 veces mayor que la obtenida para la mono-digestión de alperujo (18,9 NL CH₄ kg⁻¹VS·day⁻¹) y *R.o.* (13,6 NL CH₄ kg⁻¹VS·day⁻¹), respectivamente.

Palabras clave: Cinética de procesos; Co-digestión anaerobia; Macroalga invasiva; *Rugulopteryx okamurae*; alperujo; Rendimiento de Metano.

Agradecimientos: Los autores de este estudio agradecen la financiación recibida a través del proyecto del plan estatal de I+D+i de referencia: PID2020-114975RB-100/AEI/10.13039/501100011033.

Fermentación del suero lácteo para la producción de ácidos grasos volátiles

N. Otero-Logilde, B. Lagoa-Costa, C. Kennes y M.C. Veiga

*Universidad de A Coruña. Facultad de Ciencias y Centro de Investigaciones Científicas Avanzadas (CICA) Grupo de Investigación: BIOENGIN.
m.carmen.veiga@udc.es*

La producción de suero de leche es de $190 \cdot 10^6$ toneladas/año en todo el mundo, y se considera uno de los residuos más contaminantes de la industria láctea. El componente principal es la lactosa representando cerca del 90% de la carga orgánica, por lo que se considera un sustrato idóneo para la obtención de ácidos grasos volátiles (AGV) mediante un proceso de digestión anaerobia. Los AGV son ácidos carboxílicos de entre 2 y hasta 6 átomos de carbono. Bajo esta definición, se engloban los ácidos acético, propiónico, butírico, valérico y caproico. Los AGV tienen un gran interés a nivel comercial, con múltiples aplicaciones, por ejemplo, pueden emplearse como precursores para producir bioplásticos, biocombustibles, se pueden convertir en un amplio rango de productos químicos, etc. Sin embargo, a día de hoy la producción industrial de estos AGV se lleva a cabo por procesos estrictamente químicos, usando combustibles fósiles como principal materia prima. La corta esperanza de vida de estos recursos fósiles, hacen que la sostenibilidad de los procesos químicos esté siendo cuestionada y, por ello, el desarrollo de alternativas más sostenibles con el medio ambiente empieza a ser muy demandada. Bajo este contexto, es fácil de entender por qué la producción de AGV a través de procesos de fermentación acidogénica a partir de diferentes corrientes de residuos orgánicos está ganando cada vez más interés como una ruta alternativa muy interesante.

El objetivo principal de este estudio fue la optimización de la producción de AGV a través de un proceso de conversión biológica de suero lácteo empleando un reactor discontinuo secuencial. Para ello, se evaluó el efecto del tiempo de retención hidráulico (TRH), el tiempo de retención de sólidos (TRS) y la velocidad de carga orgánica (VCO) sobre el proceso de fermentación acidogénica. Además, se determinaron las poblaciones bacterianas más abundantes dentro de la comunidad microbiana.

Palabras clave: Ácidos grasos volátiles, Digestión anaerobia, Suero de leche

Producción dirigida de Ácidos Grasos Volátiles a partir de productos residuales

M. Carballa, M. Mauricio-Iglesias, A. Regueira, R. Bevilacqua, J. Iglesias-Riobó y J.M. Lema

*CRETUS, Departamento de Ingeniería Química, Universidade de Santiago de Compostela
juan.lema@usc.es*

La producción de carboxilatos o ácidos grasos volátiles (AGV) por fermentación anaerobia es una tecnología emergente para la recuperación de carbono orgánico a partir de corrientes residuales. Los AGV, es decir, los ácidos acético (C2), propiónico (C3), butírico (C4) y valérico (C5) son compuestos interesantes, ya que no sólo tienen aplicaciones específicas, sino que también son precursores de varios compuestos de valor añadido. La biorrefinería basada en los AGV, llamada plataforma de carboxilatos, consiste en los procesos por los que los residuos orgánicos se convierten en AGV y, posteriormente, en otros productos químicos, biocombustibles y biopolímeros.

Aunque existen aplicaciones que usan mezclas de AGV, un proceso viable de recuperación de recursos debería ser capaz de obtener mayoritariamente los AGV deseados de forma específica. Sin embargo, la fermentación anaerobia se caracteriza por producir una mezcla poco selectiva de AGV y, en determinadas condiciones operativas, otros compuestos como el etanol, el ácido láctico y el glicerol. Además, los resultados son muy variables en función de las condiciones de operación aplicadas, en particular, del pH y del Tiempo de Retención Hidráulico (TRH), lo cual supone un serio obstáculo para el desarrollo de la plataforma de carboxilatos ya que aumenta la complejidad del procesado posterior y dificulta la implantación de procesos de valoración a largo plazo.

Superar estas limitaciones y dirigir la fermentación anaerobia hacia la producción de determinados AGV requiere un análisis detallado de los mecanismos de producción de estos compuestos. Para ello, en esta línea de investigación se apuesta por el uso de modelos metabólicos para diseñar plataformas de biorrefinería para la valorización de residuos orgánicos en AGV. Predecir el espectro de productos de la fermentación anaerobia es una tarea compleja que se ha llevado a cabo en el Biogroup en los últimos 8 años. Este trabajo previo ha llevado al desarrollo de modelos metabólicos que predicen el espectro de AGV de: i) la fermentación de glucosa en función del pH, ii) la fermentación de proteínas, y iii) la cofermentación de proteínas y carbohidratos. Todo este desarrollo ha ido acompañado de su correspondiente validación experimental y su aplicación a varios sustratos reales, como es el caso de las aguas residuales de la industria conservera. Proyectos vigentes en esta área se centran en extender la comprensión de los procesos de acidificación a la obtención de compuestos de cadena media (C6-C8) mediante elongación de cadena

Palabras clave: Economía circular; recuperación de recursos; fermentación anaerobia; ácidos grasos volátiles; modelos matemáticos

Integración de la ecología microbiana en las estaciones depuradoras de aguas residuales: Un paso hacia el futuro

M. Peces^{1,2}, S. Astals² y P.H. Nielsen¹

¹ Aalborg University. Department of Chemistry and Biosciences. Center for Microbial Communities. ² Universidad de Barcelona. Dpto. Ingeniería Química y Química Analítica. Grupo de Biotecnología Ambiental.
mpg@bio.aau.dk

Las comunidades microbianas son un elemento indispensable para la producción de agua tratada, energía renovable y la recuperación de nutrientes a partir de aguas residuales y lodos orgánicos. Sin embargo, el análisis rutinario de los datos microbianos en la gestión de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs) aún se encuentra en desarrollo. La aplicación de la secuenciación masiva para el estudio de ecología microbiana en el sector de las aguas residuales comenzó a tomar relieve hace unos 10 años, impulsada principalmente por estudios centrados en el ámbito académico. Pese a su significancia, los estudios académicos pueden estar desconectados de las necesidades de gestión del tratamiento de aguas municipales e industriales. En esta presentación, presentaré el trabajo realizado en Dinamarca, bajo el proyecto MiDAS (*Microbial Database in Activated Sludge and Anaerobic Digesters*; <https://www.midasfieldguide.org/>). El proyecto MiDAS comenzó en 2006, con una estrecha colaboración entre las plantas de tratamiento municipales danesas y la Universidad de Aalborg (*Center for Microbial Communities*) con el objetivo común de obtener una mejor comprensión de los procesos microbianos y poder optimizar el proceso. Esta colaboración ha dado lugar a importantes descubrimientos científicos. Por ejemplo, (1) que los eventos de *bulking* están asociados con diferentes especies filamentosas que varían según la instalación y la temporada, lo que ayuda a los profesionales a elegir estrategias de mitigación específicas según las especies presentes; (2) la existencia de patrones generales en las dinámicas microbianas, cuyos resultados se están utilizando para informar y diseñar mejores experimentos para evaluar la pérdida de rendimiento, las emisiones de gases de efecto invernadero y probar nuevas hipótesis (Peces et al., 2021, <https://doi.org/10.1038/s43705-022-00098-4>): o (3) la co-presencia de diversas bacterias acumuladoras de fósforo con distintas fisiologías y rendimientos. Mi presentación tiene como objetivo compartir las experiencias aprendidas en Dinamarca sobre la relación entre las comunidades microbianas y el rendimiento del proceso para poder trasladarlo al escenario español, siendo un tema de creciente importancia para la gestión de las EDARs y biorefinerías del futuro.

Palabras clave: Aguas residuales, comunidades microbianas, dinámicas microbianas, secuenciación masiva, procesos biotecnológicos.

Agradecimientos: Miriam Peces agradece la financiación de la *European Union's Horizon 2020 research and innovation programme MSCA-IF-2020 (grant agreement 101023927)*. Per Nielsen agradece a las EDAR y *Villum Foundation (Grant 13351)* por la financiación para los proyectos MiDAS.

Interacciones bacterias-eucariotas en EDAR de conservas de pescado: análisis de su compleja red de co-ocurrencia

D. Correa-Galeote^{1,2}, A. Roibás-Rozas³, B. Rodelas^{1,2}, B. Juárez-Jiménez^{1,2} y J. González-López^{1,2}

¹ Universidad de Granada, Facultad de Farmacia, Departamento de Microbiología. ² Universidad de Granada, Instituto del Agua, Sección de Microbiología y Tecnologías Ambientales. ³ Universidad de Santiago de Compostela, Instituto CRETUS, Departamento de Ingeniería Química.
dcorrea@ugr.es

Los microorganismos de los dominios *Bacteria* y *Eukarya* frecuentemente coexisten en los ecosistemas que habitan. De especial relevancia es el caso de los lodos activos (LA) de las plantas de tratamiento de aguas residuales (EDAR), en donde ambos grupos microbianos desempeñan un papel fundamental en la eliminación de la materia orgánica y diversos contaminantes mediante el establecimiento de asociaciones complejas. Sin embargo, las interacciones que se establecen entre los miembros de ambos dominios se desconocen en gran medida, a pesar de la importancia de estas asociaciones para el correcto tratamiento de las aguas residuales. Con la finalidad de profundizar en el conocimiento de las interacciones entre las comunidades *Eukarya* y *Bacteria*, se determinó la diversidad bacteriana y eucariótica en los LA de 4 EDAR de conservas de pescado con diferente salinidad (0,47, 1,36, 1,72 y 12,76 g NaCl/L LA). Para ello, se realizó una secuenciación parcial de los genes 16S y 18S rRNA mediante tecnología Illumina Miseq de bacterias y eucariotas, respectivamente. Además, se calcularon las correlaciones de Spearman entre los OTUs dominantes (abundancia relativa > 0,5 %) de ambas comunidades y se construyó la red de las interacciones significativas ($p < 0,05$). Las comunidades bacterianas y de eucariotas estuvieron compuestas por 34 y 27 OTUs dominantes, respectivamente. De este modo fueron mayoritarios OtuE0001 (*Lecane*, 14.24%), OtuB0001 (*Bacteria_unclassified*, 13.35%), OtuE0002 (*Adineta*, 12.75%), OtuE0003 (*Adineta*, 12.43%) y OtuB0002 (*Kouleothrix*, 7.42%). El análisis de correlaciones de Spearman de las abundancias relativas de los principales OTUs demostró la existencia de una gran cantidad de interacciones (27,28% de las correlaciones posibles), además, la mayoría de las correlaciones fueron sinérgicas (62,32%) mientras que solo el 37,68% fueron antagonistas. Finalmente, la red de co-ocurrencia mostró que la mitad de las interacciones ocurrieron entre miembros de los distintos dominios y que los microorganismos que actuaron como pilares de las comunidades fueron OTUE0005 (*Unclassified_fungi*), OTUE0036 (*Oocystis*), OTUB0007 (*Chloroflexi_unclassified*) y OTUB0023 (*Ilumatobacteraceae_unclassified*) con 32 interacciones cada uno. Por lo tanto, los OTUS mayoritarios de ambas comunidades están fuertemente interconectados en las distintas EDAR de conservas de pescado y, además, ambas comunidades co-evolucionan de manera similar.

Palabras clave: Red de co-ocurrencia, Correlaciones de Spearman, Diversidad bacteriana, Diversidad de eucariotas, EDAR, Industrias conserveras de pescado.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia a través de los proyectos CTQ2017-83225-C2-2-R y PID2020-112550RB-C2.

SESIÓN ORAL IV:
Tratamiento de lodos

Ventajas del proceso anaerobio de co-digestión de lodos y vinazas de vino mediante la tecnología en fase secuencial de temperatura para la producción de CH₄

R.A. López, M. Pérez y R. Solera

Universidad de Cádiz. Dpto. Tecnologías del Medio Ambiente. Grupo de Investigación: Tecnologías del Medio Ambiente.
rocio.lopezrodriguez@alum.uca.es

El uso de biogás como gas alternativo a los combustibles fósiles promueve una gestión sostenible reduciendo el consumo de hidrocarburos y la contaminación aportando energía limpia con el medio ambiente (Bonilla et al, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.11.217>).

La tecnología anaerobia para la obtención de biogás es, actualmente, el método más sostenible para recuperar la energía presente en la biomasa pudiéndose aplicar a una amplia gama de sustratos en digestores tanto a pequeña como a gran escala (Appels et al., 2011. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.121>).

Entre las diversas alternativas que se proponen se encuentra la co-digestión de residuos de diferente naturaleza. Además, para incrementar la cantidad de energía recuperable de los residuos, la digestión anaerobia en dos etapas es de las tecnologías más prometedoras en la actualidad (Tena et al., 2021a. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120654>).

En el presente trabajo se estudia la biodegradabilidad anaerobia de una mezcla de lodos de EDARs con vinazas de vino mediante dos diferentes procesos: a) proceso de digestión anaerobia monoetapa y b) proceso en fase secuencial de temperatura (tecnología TPAD) y fases de microorganismos. El primer estudio se realiza en condiciones mesofílicas en un único digestor obteniendo como producto final CH₄. El proceso TPAD se desarrolla en dos etapas formadas por una fase acidogénica termofílica obteniendo H₂ seguida de una fase metanogénica mesofílica obteniendo finalmente CH₄. El objetivo de la investigación es comprobar cuál de los dos procesos es más efectivo en relación al rendimiento de generación de biogás. Para alcanzar el objetivo se realizan ensayos batch de potencial bioquímico de hidrógeno (BHP) y de potencial bioquímico de metano (BMP).

Los resultados experimentales demuestran que el proceso de digestión anaerobia monoetapa presenta un mayor rendimiento de metano que el proceso en dos etapas secuenciales termofílica acidogénica-mesofílica metanogénica para la mezcla estudiada (55,39 frente a 45,79 mL CH₄ / g SV_{añadidos}, respectivamente).

Palabras clave: Co-digestión anaerobia de residuos, digestión anaerobia en fase secuencial de temperatura, digestión anaerobia monoetapa, ensayo de potencial bioquímico de hidrógeno, ensayo de potencial bioquímico de metano.

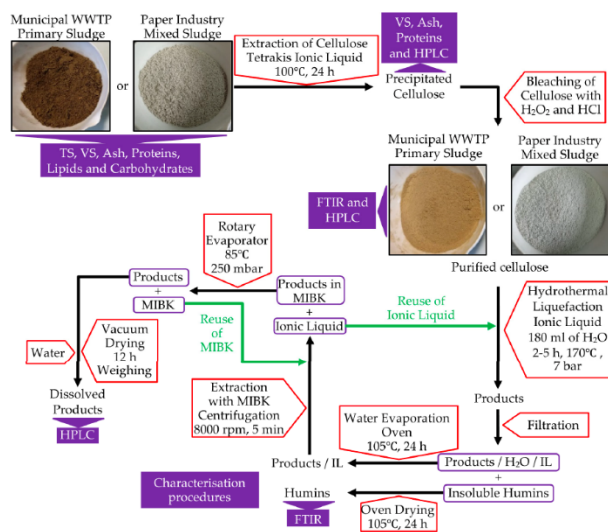
Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado mediante el Proyecto "Gestión de residuos agroalimentarios y lodos en el marco de la economía circular: Producción de energía y fertilizantes mediante co-digestión anaerobia en planta piloto"(P18-RT-1348) (PAIDI 2020).

Valorization of cellulose from WWTP primary sludge to levulinic acid with a brønsted acidic ionic liquid

K. Glinska, J. Cheikhwafa, E. Torrens y C. Bengoa

Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Enginyeria Química, Avinguda dels Països Catalans 26, E-43007 Tarragona
christophe.bengoa@urv.cat

The progressive decline of using fossil sources in the industry means that alternative resources must be found to produce chemicals. Waste biomass (sewage sludge) and waste lignocellulosic resources (food, forestry, or paper industries) are ideal candidates to take over from fossil sources. Municipal sewage sludge, and especially primary sludge, has a significant proportion of cellulose in its composition. Proper treatment of this cellulose allows the production of interesting chemicals like levulinic acid that are precursors (bio-blocks or building blocks) for other organic chemical processes. Cellulose was extracted from municipal wet primary sludge and paper industry dried sludge with a commercial ionic liquid. More than 99% of the cellulose has been recovered in both cases. Extraction was followed by the bleaching of the cellulose for its purification. In the bleaching, a large part of the ash was removed (up to 70% with municipal sludge). Finally, the purified cellulose was converted in levulinic acid by catalyzed hydrothermal liquefaction. The reaction, done at 170 C and 7 bar, catalyzed by a tailored Brønsted acidic ionic liquid produced levulinic acid and other by-products in smaller quantities. The process had a conversion of cellulose to levulinic acid of 0.25 with municipal sludge and of 0.31 with industrial sludge. These results fully justify the process but, require further study to increase the conversion of cellulose to levulinic acid.



Keywords: WWTP, Primary sludge, Cellulose, Ionic liquids, Levulinic acid.

Aknowlegments: Katarzyna Glinska thanks for the Martí Franquès pre-doctoral scholarship provided by the Universitat Rovira i Virgili. The authors are recognized by the Comissionat per a Universitats i Recerca del DIUE de la Generalitat de Catalunya (2017-SGR-396). Universitat Rovira I Virgili (2017PFR-URV-B2-33).

Valorización de lodos de EDAR mediante tratamiento hidrotermal

A. Sarrión, R.P. Ipiates, M. Tobajas, E. Díaz, M.A. de la Rubia y A.F. Mohedano

Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, 28049, Madrid
angelf.mohedano@uam.es

La gestión de lodos de depuradora es una de las principales preocupaciones derivadas del funcionamiento de las EDAR, suponiendo en torno al 50-60% de sus costes de operación. En España se producen alrededor de 1,5 MM t/año (base seca, b.s.) de biosólidos y en los países de la UE, en conjunto, se generan más de 11,5 MM t/año b.s. Los destinos tradicionales de los lodos han sido el depósito en vertedero, la incineración y la aplicación en suelos agrícolas. En la UE, la gestión de estos residuos sólidos está actualmente regulada por varias directivas, cuyos hilos conductores son i) la minimización del vertido, ii) la limitación de las emisiones derivadas de la incineración, iii) la estabilización adecuada para una eliminación segura y, iv) la valorización material. En las últimas décadas, se ha evaluado la aplicación de tratamientos termoquímicos (combustión, gasificación, pirólisis y/o activación) para la valorización de los biosólidos de depuradora. Estas técnicas utilizan gran cantidad de energía para secar la materia prima, requieren un estricto control de los contaminantes emitidos y, en muchos casos, suscitan rechazo social y político. Recientemente, se está prestando especial atención a la valorización de los lodos de depuradora mediante tratamiento hidrotermal debido al potencial del hidrochar resultante para su uso en diferentes aplicaciones a un menor coste de operación.

En el trabajo se recogen los resultados obtenidos en la valorización material y energética de lodos de depuradora empleando como eje central la carbonización hidrotermal. Los estudios realizados han prestado atención a las condiciones de operación para obtener un hidrochar con potencial aplicación como combustible sólido [1] o precursor de carbones activados [2]. El proceso hidrotermal ofrece un amplio potencial para ajustar y controlar las propiedades del producto en función de la aplicación deseada. También se ha abordado la recuperación de energía del agua de proceso, principalmente mediante digestión anaerobia [3,4], así como la recuperación de nutrientes [1,5]. Por último, se ha evaluado la integración de la carbonización hidrotermal de lodos de depuradora secundarios y la codigestión anaerobia de las aguas de proceso obtenidas en el proceso hidrotermal junto con lodos primarios [6,7], incluyendo un análisis del ciclo de vida [8].

Referencias: [1] Marin-Batista et al. (2020) *Waste Management*, 105, 566-574; [2] Villamil et al. (2020) *Molecules*, 25, 3534; [3] Villamil et al. (2018) *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 93, 450-456; [4] De la Rubia et al. (2018) *Renewable Energy*, 127, 697-704; [5] Sarrión et al. (2022) *Bioresource Technology* (en revisión); [6] Villamil et al. (2019) *Journal of Environmental Management*, 231, 726-733; [7] Villamil et al. (2020) *Renewable Energy*, 146, 435-443; [8] Medina-Martos et al. (2020) *Journal of Cleaner Production*, 277, 122930.

Palabras clave: Tratamiento hidrotermal, digestión anaerobia, hidrochar, lodos, nutrientes.

Agradecimientos: MINECO (PID2019-108445RB-I00) y CM (S2018/EMT-4344).

Hidrólisis de lodos activados para obtención de biomoléculas de interés. Proceso hidrotérmico, con ultrasonidos y su acoplamiento

L. Romero¹, P. Oulego¹, S. Collado¹ y M. Díaz¹

¹ Universidad de Oviedo. Dpto. de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente. Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores
oulegopaula@uniovi.es

Las plantas depuradoras de aguas residuales (EDARs) producen actualmente una elevada cantidad de lodos activos. Así, en la UE, en el año 2018 se generaron unos 7 millones de toneladas (en base seca) (Eurostat, 2021). Las opciones comúnmente empleadas para el tratamiento de estos lodos incluyen la digestión aeróbica, incineración, y el compostaje (Malool et al. (2022). J. Taiwan Inst. Chem. E. 104203). Sin embargo, se requieren nuevas estrategias para su revalorización a fin de hacer más sostenible su gestión. Así, los lodos pueden emplearse como fuente renovable para la producción de biocompuestos de interés industrial. Para ello, es necesaria la ruptura de sus estructuras celulares a fin de liberar los compuestos intracelulares. En este sentido, la hidrólisis térmica es un tratamiento prometedor, ya que permite no sólo la estabilización de lodo sino la obtención de dichas biomoléculas. Los costes energéticos asociados a las condiciones de operación habituales de dicho tratamiento llevan al acoplamiento con otras técnicas para la reducción global de costes (Harris and McCabe (2015). Appl. Energ. 155, 560-575). El proceso de ultrasonificación podría resultar muy adecuado dada su efectividad en la desintegración de los lodos (Xiao and Zhou. (2020). J. Clean Prod. 249, 119373). Por ello, el objetivo de este estudio ha sido evaluar el empleo de hidrólisis térmica y ultrasonidos por separado y acoplados, para la obtención de biomoléculas de interés: proteínas, ácidos húmicos y carbohidratos.

Se estudió tanto el efecto de la potencia de ultrasonificación (entre 12 W/cm² y 19 W/cm²) como de la temperatura de hidrólisis (entre 110°C y 130°C) en la producción de biomoléculas y los tamaños medios de las mismas (*fingerprints*). En las condiciones analizadas, los tratamientos por separado, tanto de ultrasonidos como de hidrólisis térmica, generaron un efecto hidrolítico limitado. La introducción de los ultrasonidos en el tratamiento hidrotérmico puso de manifiesto el efecto sinérgico del proceso acoplado, mejorando significativamente los rendimientos para proteínas, ácidos húmicos y carbohidratos. Además, el tamaño medio de las biomoléculas resultó menor tras el proceso acoplado en comparación con la hidrólisis térmica. Por ello, el proceso aquí estudiado podría resultar interesante para la valorización de los lodos de depuradora.

Palabras clave: Biomoléculas, *fingerprints*, hidrólisis térmica, lodos activados, ultrasonidos.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo económico del Ministerio de Ciencia e Innovación de España a través del proyecto MCIU-19-RTI2018-094218-B-I00 y el recibido por la Oficina de Empleo, Industria y Turismo del Principado de Asturias a través del proyecto AYUD/2021/51041. L. Romero agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación de España por la ayuda predoctoral FPI PRE2019-087690.

Cómo gestionar el fango de una EDAR para maximizar la recuperación de P: Desarrollo a escala real en la EDAR de Murcia-Este

R. Barat¹, M. Roldán¹, A. Bouzas², A. Robles², J. Ferrer¹, A. Seco², A. Gadea³ y A. Romero⁴

¹ Universitat Politècnica de València. Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. Grupo de Investigación: CALAGUA.

² Universitat de València. Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación: CALAGUA. ³ Aguas de Murcia EMUASA ⁴Centro Tecnológico del Agua CETAQUA
rababa@dihma.upv.es

El proyecto Life ENRICH es un proyecto europeo que tiene como principal objetivo contribuir a la economía circular a través de la recuperación de los nutrientes presentes en las aguas residuales y su posterior valorización. El papel del grupo CALAGUA dentro del proyecto consistió en el desarrollo e implementación, en la EDAR de Murcia-Este, de un nuevo modelo de gestión de los fangos para maximizar la recuperación de fósforo y minimizar los problemas de mantenimiento en la línea de fangos derivados de la precipitación incontrolada. En concreto: se realizaron tres campañas analíticas exhaustivas en las distintas corrientes de la EDAR para caracterización del funcionamiento de la EDAR tanto en la línea de aguas como en la línea de fangos; se calibró el modelo BNRM2; se simuló distintas alternativas de gestión de la línea de fangos; se diseñó la alternativa más idónea a las características de la EDAR junto con el sistema de control; se implementó dicha alternativa a escala real en la EDAR; se participó, junto con EMUASA, en la operación del nuevo esquema de gestión de fangos.

Respecto a los resultados de las caracterizaciones cabe destacar la pobre eliminación de P por vía biológica en la línea de aguas (en torno al 40-50%) y una gran precipitación incontrolada de P en los digestores (64.5% del P total afluente). Por otro lado, señalar que, con la configuración clásica de la línea de fangos, menos de 4% del P total afluente quedaba disponible para su recuperación. La solución adoptada consiste en 2 etapas (E1: extracción de P; E2: separación de P). La primera etapa (E1) consiste en la incorporación de un depósito intermedio, entre el flotador de fango biológico y el digestor anaerobio, para provocar la fermentación del fango biológico y de esta forma la suelta del P intracelular almacenado por las bacterias responsables de la eliminación biológica de P (PAO). La segunda etapa (E2) consiste en la elutriación del fango biológico previamente fermentado sobre el espesador de fango primario. De esta forma se genera una corriente de sobrenadante del espesador de fango primario enriquecida en P soluble para su recuperación. Este esquema se operó durante más de 19 meses alcanzándose condiciones estables de operación con un 80% del fango biológico elutriado. De esta forma se incrementó el P disponible para su recuperación hasta un 20% del P total afluente.

Palabras clave: Gestión corrientes, fósforo, recuperación de recursos, valorización.

Agradecimientos: El proyecto Life ENRICH fue financiado por la EU (LIFE16 ENV/ES/00375).

Convertir plantas de tratamiento de aguas residuales en biofactorías: cadena de valor desde bio-recursos hasta productos de valor

A. Romero¹, A. Mayor¹, R. Barat², M. Roldán², E. Mena³, A. Gadea³, C. Biel⁴, M. Carreras⁴, X. Petit⁵, J.L. Cortina⁶, C. Valderrama⁶, C. Castro-Barros¹ y M. Arnaldos¹

¹Cetaqua – Centro Tecnológico del Agua ²Universitat Politècnica de Valencia, IIAMA ³EMUASA, Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento de Murcia ⁴IRTA – Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries ⁵ASG – Aigües del Segarra Garrigues SA ⁶Universitat Politècnica de Catalunya-Barcelona TECH

La sostenibilidad ambiental es un objetivo importante para el siglo XXI, dentro de la cual se apuesta por la transformación de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) en biofactorías desde la recuperación de nutrientes, produciendo fertilizantes a partir de P y N que reduzcan el consumo de roca fosfática (principal fuente de P en fertilizantes y en la lista de materiales críticos de la UE) y las emisiones de GEI (la producción de fertilizantes nitrogenados tiene un consumo intensivo de energía), hasta la gestión sostenible de lodos (promoviendo la Jerarquía de los Residuos).

En un estudio de caso en la EDAR Murcia Este (España), en el marco del proyecto europeo LIFE ENRICH, se ha validado un proceso integral innovador para la recuperación de nutrientes y gestión de lodos, que consiste en un proceso de elutriación a escala real para liberar y concentrar fosfatos presentes en los lodos, seguido de plantas piloto para la recuperación de P y N (cristalizador de estruvita, y producción de sales de amonio mediante adsorción con zeolitas seguida de contactores de membrana, 1 m³/h de capacidad). La estruvita cumple con el Reglamento (UE) 2019/1009 para su comercialización como fertilizante, mientras que el nitrato de amonio está libre de metales y OMP, siendo también apto para su uso como fertilizante. Estruvita, nitrato de amonio y lodo deshidratado producidos se utilizaron en pruebas en invernadero y campo abierto con diferentes cultivos, demostrando propiedades agronómicas similares a las de los fertilizantes convencionales y su idoneidad para la aplicación agrícola. Los resultados del estudio de escalado mostraron una recuperación potencial de nutrientes del 42 % y del 11 % del P y N influentes en la EDAR (1.100 t/año estruvita, 1.937 t/año nitrato de amonio) y una reducción del 20 % en la producción de lodos debido a la mejora en la deshidratabilidad de los mismos. La implementación del proceso permitiría reducir el OPEX total de la EDAR en un 3,3 %.

Es posible aplicar un enfoque sostenible e innovador integral para la recuperación de nutrientes y la gestión de lodos, identificándose un alto potencial de valorización de recursos como productos fertilizantes desde las EDAR hacia el sector agrícola. Esta nueva cadena de valor permitirá impulsar la transición hacia las biofactorías y hacia la agricultura sostenible.

Palabras clave: Fertilizantes, gestión de fango, recuperación de nitrógeno/fósforo, sostenibilidad ambiental

Agradecimientos: Proyecto Life ENRICH fue financiado por la EU (LIFE16 ENV/ES/00375).

Compostaje de fango de EDAR: Optimización del proceso con la variación del grado de secado del fango

A. López¹, S. Blázquez², M. P. Ormad³, J. Chérrez, J. Fernández y J. Gómez¹

¹ Navarra de Infraestructuras Locales S. A. (NILSA). Avda Barañain 22, Pamplona, Navarra ² Mancomunidad Comarca de Pamplona, Calle Navas de Tolosa, 29, Pamplona, Navarra ³Grupo Agua y Salud Ambiental (T51_17R) · Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) · Dpto. Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente · Universidad de Zaragoza

alopez@nilsa.com

El Proyecto Life-NADAPTA (LIFE16 IPC/ES/000001), que establece acciones y estrategias de adaptación de la Comunidad Foral de Navarra al Cambio Climático, se focaliza en 6 áreas de actuación, siendo una la denominada *Agricultura*. Dentro de esa área, la primera acción habla de “*Optimización de la adaptabilidad de los agrosistemas al Cambio Climático mediante estrategias de gestión del suelo, materia orgánica y cultivos*”, lo que lleva a favorecer el aprovechamiento de recursos y la economía circular mediante la elaboración de enmiendas orgánicas a partir de residuos.

Este es un objetivo que también comparte la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, que lleva años realizando el compostaje de los fangos obtenidos a partir del tratamiento de sus aguas residuales urbanas. El objetivo de este trabajo ha sido optimizar la tecnología del secado y compostaje de fangos, determinando cómo afecta la sequedad del fango deshidratado al proceso de compostaje en términos de capacidad de tratamiento en la instalación y de calidad final de fango.

Se han realizado ensayos a escala piloto (pilas 4-6m³) en la EDAR de Tudela y se ha puesto en marcha la planta de secado solar a mayor escala en la EDAR de Arazuri. Durante todo el proceso a escala piloto en Tudela, se controla la temperatura y se miden pH, DQO, conductividad, nitrógeno amoniacal y sólidos volátiles. Asimismo, se hace un seguimiento de concentración microbiológica durante el proceso de compostaje. Por otro lado, en la EDAR de Arazuri, la planta de secado solar da valores de humedad y temperatura en continuo y posteriormente se determinan los parámetros exigidos por la legislación del compost obtenido (RD 506/2013).

En primer lugar, se observa en ambas instalaciones que, partiendo de fango con una sequedad inicial del 20% de materia seca, se consigue una sequedad del 40% en función de la época del año, y el producto final tiene propiedades similares en ambos casos, con especial atención a la concentración de metales que serían los que limitarían la calidad final del fango. Por otro lado, en las plantas piloto se está trabajando en saber cuál es el % de materia seca del fango que puede alcanzarse antes de compostar para que el proceso de compostaje tenga lugar. Los resultados de las 3 fases piloto han dado un compost de grado Rotte IV o V y clase B.

Palabras clave: Compostaje, Economía circular, Fango de EDAR, secado solar

Agradecimientos: Este trabajo se enmarca en el Proyecto Life-NADAPTA (LIFE16 IPC/ES/000001), con la colaboración de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

SESIÓN ORAL V:

Olores. Tratamientos múltiples

Evaluación de la emisión odorífera de una EDAR urbana y regeneración del carbón activo granular procedente del sistema de desodorización

P. Márquez¹, A. Benítez², J.A. Siles^{1*}, J. Hidalgo³, A. Caballero² y M.A. Martín¹

¹ Universidad de Córdoba. Dpto. de Química Inorgánica e Ingeniería Química. Área de Ingeniería Química. RNM-271

² Universidad de Córdoba. Dpto. de Química Inorgánica e Ingeniería Química. Área de Química Inorgánica. FQM-175

³ Universidad de Córdoba. Dpto. de Química Orgánica. FQM-162

joseangel.siles@uco.es

Es frecuente el rechazo social producido hacia estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) por ser un foco de olores desagradables. En el presente trabajo se ha evaluado la emisión odorífera de una EDAR, de carácter urbano, con capacidad de diseño para una población total de 950.000 habitantes equivalentes y que trata actualmente más de 250.000 m³/d, operando con fangos activos y digestión anaerobia de lodos. Para ello, se han determinado las tasas de emisión de olor para los diferentes puntos críticos considerados y su contribución relativa a la problemática emisión global de olor. Por otra parte, también se ha realizado una caracterización textural y olfatométrica del carbón activo granular (CAG) empleado por dicha EDAR como relleno adsorbente en sus torres de desodorización. Además, con el objetivo de profundizar en la naturaleza de la emisión gaseosa asociada a los diferentes focos de olor, se ha llevado a cabo la cuantificación cromatográfica de los compuestos odoríferos retenidos por el CAG. Tras un mismo tiempo de operación, los rellenos relacionados con la desodorización de la línea de aguas son los que han presentado mayor cantidad y variedad de compuestos odoríferos retenidos, lo que se ha relacionado también con la gran contribución relativa de la mencionada línea al olor global emitido.

Es importante destacar que el CAG, una vez agotada su vida útil, se convierte en residuo industrial peligroso, siendo frecuentemente depositado en vertedero a través de gestores autorizados (Sabio, E., et al. (2004). *Carbon*, 42, 2285-2293). Por tanto, al objeto de que la EDAR contribuya a reducir la disposición de residuos en vertedero, se ha propuesto la regeneración térmica del CAG en atmósfera oxidante, opción más económica que la pirólisis tradicional en atmósfera inerte (El Gamal, M., et al. (2018). *Separation and Purification Technology*, 197, 345-359). Las propiedades de los carbones regenerados han permitido plantear su valorización para constituir nuevos lechos adsorbentes de olor. De esta manera, la regeneración y posterior reutilización del CAG posibilitaría la minimización del impacto ambiental y social asociado al tratamiento de aguas residuales.

Palabras clave: Carbón activo granular, EDAR, olor, regeneración oxidativa, valorización.

Agradecimientos: EMASESA, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (beca FPU/2016), Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (proyecto CTM2017-88723-R), Fondo Europeo de Desarrollo Regional (proyecto UCO-FEDER-1262384-R), Asociación Chelonia (proyecto Mares Circulares) y PYC20 RE 048 (RIS3 ANDALUCÍA).

Aprovechamiento de lodos férricos procedentes de plantas potabilizadoras de agua como adsorbentes de malos olores

B. Arhoun¹, M.M. Cerrillo González¹, E. Rodríguez-Castellón², J.M. Rodríguez-Maroto¹ y J. Jiménez-Jiménez²

¹ Universidad de Málaga. Departamento de Ingeniería Química. Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental (GIGA).

² Universidad de Málaga. Departamento de Química Inorgánica. Grupo "Nuevos Materiales Inorgánicos" (NMI).
arhoun.b@uma.es

Los malos olores emitidos por las estaciones de tratamiento de aguas residuales (EDARs) han sido motivo de gran preocupación, especialmente debido a la alarmante proximidad entre las EDARs y las áreas residenciales. Dichos olores perjudican inevitablemente la salud pública y la calidad de la vida de las comunidades locales (Fan et al., 2020. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115915>). Además, las políticas ambientales y del cambio climático de la UE demuestran una creciente atención por la calidad del medio ambiente (EEA, 2019. www.eea.europa.eu). Al mismo tiempo, en las estaciones de tratamiento de aguas potables (ETAPs), la adición de cloruro férrico como coagulante para eliminar el color y la turbidez del agua (Ebrahimi et al., 2015. <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.928796>), genera una gran cantidad de lodo férrico en las ETAPs que la normativa actual obliga a la gestionar. La gestión más utilizada es su deposición en vertedero controlado, que es costoso y no es compatible con los conceptos de economía circular y desarrollo sostenible. Por todo ello, el objetivo principal de este estudio, es el aprovechamiento de lodos férricos generados en las ETAPs como adsorbentes para la eliminación de los malos olores en las EDARs. La caracterización físico-química de los lodos férricos ha sido realizada mediante las técnicas de FRX, DRX, BET, SEM-EDAX, TEM y XPS y con el fin de trabajar en columnas de adsorción, se estudió la transformación del lodo férrico en un material estructurado (tipo pellet) para poder ser utilizado como relleno de las mismas. Una vez sintetizados los pellets, se estudió el proceso de adsorción de sulfuro de hidrógeno (H₂S) variando las condiciones de reacción, principalmente humedad relativa, caudales y composición de la mezcla gaseosa. Debido a los parámetros de composición y de textura, el lodo férrico demuestra buenas propiedades de adsorción. Los resultados de adsorción de H₂S obtenidos en el laboratorio, son comparables a los obtenidas con el carbón activo, adsorbente utilizado actualmente en los sistemas de desodorización de numerosas estaciones de bombeo de aguas residuales.

Palabras clave: Adsorción, lodos férricos, malos olores, pellets, sulfuro de hidrógeno.

Agradecimientos: Los Autores agradecen la financiación obtenida a través del Ministerio de Economía y Competitividad (INNPACTO IPT-2012-0856-310000). Los autores agradecen a la Empresa Municipal de Aguas de Málaga S.A.(EMASA) las facilidades para la realización de la investigación. M.M Cerrillo González agradece al Ministerio de Universidades de España por la financiación de su contrato predoctoral FPU2018/04295

Determinación y gestión de olores en EDAR mediante el uso de modelos de dispersión

F. Andrés¹, A. Luckert², D. Aguado³, R. García-Bartual³, C. Lafita¹, T. Montoya¹ y N. Frank²

¹ Global Omnium Medioambiente S.L., Avenida Marqués del Turia 19, 46005, Valencia, España

² Institute of Environmental Physics, Heidelberg University, Alemania ³Institut Universitari d'Investigació d'Enginyeria de l'Aigua i Medi Ambient – IIAMA, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain
andres@globalomnium.com

La reducción del azufre en las zonas anaerobias de la red de alcantarillado y en estaciones de tratamiento de aguas residuales (EDAR) son la causa de la emisión de H₂S, gas cuya presencia es causa de entre 80-90 % de las quejas por malos olores en EDAR. A pesar de ser un problema histórico, actualmente tiene más relevancia por los problemas de salud relacionados y con la imagen de las empresas que explotan las EDAR. Por ello, en este trabajo se han determinado las emisiones, evaluado el grado de incidencia de olor y evaluado actuaciones en una EDAR ubicada dentro de una población turística costera de la Comunitat Valenciana (14 m distancia viviendas-EDAR).

En este trabajo se realizaron mediciones de concentración de H₂S con sensores electroquímicos (Dräger) con un intervalo de medida 1-100 ppm y una precisión de $\pm 3\%$ o ± 5 ppm, y mediciones olfatómetricas con olfatómetro de campo (Nasal Ranger). Para las modelaciones de la dispersión de los olores se utilizó el software AERMOD (EPA), alimentado con las mediciones meteorológicas de estaciones cercanas (AVAMET y Windguru).

Las mediciones en la calidad del aire revelaron que el único punto con emisión de H₂S fue la entrada de la EDAR con una concentración máxima de 50 ppm, y que tiene una relación directa con el caudal de entrada ($R^2=0.86$). Estas medidas se corroboraron con las mediciones olfatómetricas, obteniendo una concentración de olor media de 23.7 UO_E/m³. Finalmente, la modelación de la dispersión de los olores a partir de los datos medidos, permitió discernir únicamente 2 episodios cortos de olor en las viviendas causados por las emisiones de H₂S de la EDAR y que, con el cambio en la configuración del influente proyectado, que fue ejecutado después de la primera campaña de muestreo, ya no se volvieron a producir.

Palabras clave: Ácido sulfhídrico, calidad del aire, modelos dispersión

Agradecimientos: Los autores desean agradecer a Martina Schmidt del Institute of Environmental Physics, Heidelberg University (Germany), Mauro Orts y Óscar Hernández de Global Omnium Medioambiente S.L. por su cooperación y participación en las discusiones. También agradecen a la EPSAR (Entidad Pública de Saneamiento de Aguas de la Comunitat Valenciana) por su apoyo en este trabajo.

Resultados del proyecto ECOLODO. Desarrollo de un novedoso material adsorbente y sistema de desodorización ecológica

M. Calzada¹, E. Campos², P. Terrero¹, D. Zarzo¹, B. Calderón², Y. Budik², A. Fullana² y D. Prats²

¹ SACYR AGUA, C/ Carril Condomina 3, piso 6º 30006 Murcia, España ² Instituto del Agua y de las Ciencias Medioambientales. Universidad de Alicante. San Vicente del Raspeig. 03690. Alicante.
macalzada@sacyr.es

El carbón activo es un material con gran cantidad de aplicaciones en el tratamiento de aguas y de olores, gracias a su gran capacidad de adsorción de compuestos orgánicos. Por este motivo Sacyr Agua en colaboración con el Instituto del Agua y de las Ciencias Medioambientales de la Universidad de Alicante ha desarrollado este proyecto cuyo objetivo ha sido reconvertir un residuo de bajo valor añadido, que provoca problemas de gestión en nuestras EDARs, en un recurso aprovechable en su propia gestión de olores, como estrategia de economía circular para todo el proceso. Los novedosos carbones se desarrollan mediante pirolización, aprovechando como materia prima los lodos digeridos de depuradora y utilizando nanotecnología para su activación y mayor efectividad en la eliminación de olores.

En la fase de experimentación se caracterizó el lodo en cuanto a estructura, composición y propiedades, empleando técnicas de análisis elemental, fluorescencia de rayos-X y termogravimetría. Para la fabricación de los carbones fueron probados distintas configuraciones y métodos de activación física y química (O'Carroll, et al., 2013) (Carderón, 2017). Durante la investigación se definieron los criterios de selección de las diferentes alternativas, en función de su eficacia de desodorización y factibilidad de fabricación. Para garantizar un adecuado testeo del comportamiento de los carbones ECOLODO y su contraste con los comerciales en el ambiente de una EDAR, se construyó una planta piloto de tamaño intermedio con una configuración de 3 reactores en paralelo (un reactor con carbón comercial, uno con carbón ECOLODO y otro con mezcla de ambos). Los resultados obtenidos nos han permitido comprobar que gracias al alto contenido en hierro de los lodos de EDARs, en los carbones activados obtenidos a partir de ellos no solo se produce una adsorción adecuada de muchos de los contaminantes, sino que esta se ve potenciada por un efecto catalítico. Este efecto se mantiene en el tiempo, incluso en condiciones de humedad significativa, lo que les proporciona un valor añadido respecto a los carbones comerciales convencionales. Todas las experiencias y perspectivas de implementación tecnológica de este proyecto serán dadas a conocer en el marco del evento.

Palabras clave: Carbón activo, desodorización, efecto catalítico, lodos, pirólisis.

Agradecimientos: Al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI, Ministerio de Economía y Competitividad), y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), dentro del Programa Operativo de Crecimiento Inteligente 2014 – 2020.

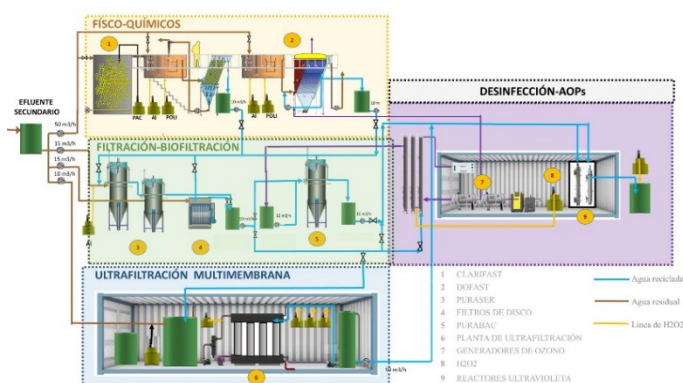
LIFE PHOENIX: Tratamientos multibarrera innovadores y sostenibles para el reúso agrícola de aguas residuales para alcanzar Reglamento 2020/741

M.J. Quero-Pastor, R. Cano, D. Marín, M. Fernández, E. Lara, F. Rogalla y Z. Arbib

FCC Aqualia, Avenida Camino Santiago 40, E 28050 Madrid, España. mariajose.quero@fcc.es

El proyecto LIFE Phoenix aborda la problemática de la reutilización de aguas residuales a nivel europeo, además de la creciente amenaza que suponen los contaminantes emergentes (CECs), bacterias resistentes a los antibióticos (ARB) y microplásticos (MPs). El proyecto, enmarcado en el programa europeo LIFE. El consorcio liderado por Aqualia, está formado por 8 entidades como Aguas de Portugal, MicroLAN, CETIM, Newland EnTech, la Universidad de Almería, la Diputación Provincial de Almería y la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG). El objetivo principal es alcanzar los valores más restrictivos del nuevo reglamento Europeo 2020/741. Los objetivos generales del proyecto son: 1. Desarrollar soluciones innovadoras de regeneración para todos los tamaños de aglomeración urbana, ajustando las soluciones a cada caso específico en función de la capacidad económica y técnica. 2. Cuantificar y eliminar MPs, CECs y ARB mediante combinación de las distintas tecnologías. 3. Diseñar una planta demostrativa transportable con más de 12 tecnologías basada en un concepto multi-barrera flexible. Se han diseñado varios trenes de tratamientos: físico químicos compuesto por decantación lastrada y flotación por aire/ozono disuelto con una capacidad máxima de 50m³/h, sistemas de filtración avanzada compuesta por filtros de lavado en continuo y biofiltración con carbón activo con capacidad máxima de 15m³/h; planta ultrafiltración multimembrana, y finalmente planta desinfección y oxidación avanzada compuesta por ozonización, UV convencional y Led y H₂O₂. 4. Optimización del riego mediante gestión inteligente. 5. Diagnosticar los sistemas terciarios existentes en la provincia de Almería, analizando su grado de cumplimiento respecto al nuevo reglamento. 6. Desarrollar un sistema toma decisiones (DSS) para seleccionar la mejor combinación de tecnologías para alcanzar los objetivos marcados.

El proyecto Phoenix diseñará y construirá varias plantas demostrativas integradas en bastidores tipo Plug and Play. Dichas plantas serán itinerantes y se testarán en varias localizaciones por toda la península ibérica: Almería, Huelva, Talavera de la Reina y Abrantes (Portugal)



Palabras clave: Life; multibarrera; regeneración; tratamiento terciario, reglamento 2020/741.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto LIFE PHOENIX (LIFE19 ENV/ES/000278) con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Comisión Europea.

SESIÓN ORAL VI:

Contaminantes emergentes

Graphene oxide addition on anaerobic digestion of waste activated sludge: effect on methane production and emerging contaminants

O. Casabella¹, S. Zahedi^{1,2}, J. Radjenovic y M. Pijuan¹

¹ Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA), C/Emili Grahit, 101, Girona 17003 ²Instituto de la Grasa, CSIC, Campus Universitario Pablo de Olavide– Ed. 46, Ctra. de Utrera, km. 1, Sevilla 41013
mpijuan@icra.cat

Anaerobic digestion (AD) is a widely implemented technology for waste activated sludge (WAS) treatment in wastewater treatment plants (WWTP) resulting in sludge reduction and stabilization and substantial biogas production. During the past decade, increasing research efforts have been directed to study also the fate and removal of organic micropollutants (OMP) in these reactors as many of these compounds are adsorbed in the sludge and can be released during the AD process. One of the most worrying groups of OMPs is that of antibiotics, since their relationship to the potential development of antibiotic resistant bacteria (ARB) in WWTPs. WAS is considered the main source of antibiotic resistance genes (ARGs) as ARB are retained mainly in the secondary sludge. Therefore, their removal during the AD process could be an effective way of controlling the release of ARGs into the environment.

The addition of non-biological conductive materials into anaerobic reactors (e.g., GAC, biochar, carbon cloth, carbon nanotubes and graphene like-materials) has been suggested to enhance the performance of anaerobic processes within WWTP. Syntrophic bacteria can attach to the surface of these conductive materials and use them for electron exchange thus facilitating the direct interspecies electron transfer (DIET). This results in increase methane production and enhance biotransformation of persistent OMP. Nevertheless, there are many uncertainties regarding the optimal GO concentrations or its effect on methane production.

This study investigated the impact of different concentrations of GO (0, 0.025 and 0.075 g GO/g VS) on the methane production potential, removal of OMPs and ARGs in an anaerobic mixed culture receiving WAS as substrate. Results showed that the addition of the highest GO concentration substantially improved the removals of most pharmaceutical compounds, even those compounds that are considered persistent. On the other hand, GO addition negatively affected biogas production, decreasing the hydrolysis rate under both GO concentrations. Antibiotic resistance genes (ARGs) were not affected by the presence of GO.

Keywords: Anaerobic digestion; antibiotic resistance genes; graphene oxide; methane production; pharmaceutical active compounds.

Acknowledgements: Research funded by the Spanish State Research Agency of the Spanish Ministry of Science, Innovation and Universities (PID2019-110346RB-C22/MICN/ AEI / 10.13039/501100011033). ANTARES Project. O. Casabella acknowledges funding from Secretariat of Universities and Research from Generalitat de Catalunya and European Social Fund for his FI fellowship (2021 FI_B 00491).

Eliminación de antibióticos de aguas contaminadas mediante fotocátalisis y adsorción: estudio a escala de laboratorio y piloto

R. Mosteo¹, S. Moles¹, M.P. Ormad¹, I. Ilzarbe² y J. Gómez²

¹ Universidad de Zaragoza Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón. Grupo Agua y Salud Ambiental 2. Navarra de Infraestructuras Locales S.A. (NILSA)
mosteo@unizar.es

El incremento del uso de antibióticos y del número de resistencias a antibióticos (AMR) es uno de los mayores retos de Salud Pública a nivel mundial. La presencia de antibióticos en aguas supone un grave problema medioambiental. Además de las depuradoras, las explotaciones ganaderas, los hospitales y la industria farmacéutica emiten antibióticos de forma directa a las aguas superficiales. En consecuencia, debe determinarse la concentración de antibióticos en estos focos y reducirse al máximo para minimizar el riesgo asociado. El objetivo general de este estudio es investigar la aplicación de distintas tecnologías para la eliminación de los antibióticos presentes en aguas reales con la finalidad de su implantación a escala real. Las tecnologías seleccionadas para su aplicación a escala de laboratorio y piloto son la fotocátalisis con nanopartículas de TiO₂ y la adsorción con carbón activo en polvo.

Los principales resultados de esta investigación muestran que la fotocátalisis con nanopartículas de TiO₂ en suspensión permite degradar enrofloxacina, azitromicina, sulfadiazina, trimetoprima y amoxicilina en aguas residuales, reutilizando el catalizador durante, al menos, siete ciclos de operación. La degradación de los antibióticos se ajusta a la ecuación de pseudo-primer orden y se ve afectada por factores, como la intensidad de radiación, temperatura o concentración de antibióticos.

La adsorción con carbón activo en polvo es capaz de eliminar los antibióticos seleccionados, así como los subproductos de su degradación, reutilizando el carbón hasta su colmatación. Se determina que la adsorción de los antibióticos se ajusta a la ecuación de segundo orden y se ve afectada por variables de operación como la acidez, la concentración de antibióticos o la presencia de otras sustancias afines por el adsorbente.

La planta de tratamiento de aguas a escala piloto, diseñada y construida en el marco de esta investigación, consta de un tratamiento en serie de fotocátalisis con TiO₂ y adsorción con carbón activo y es capaz de eliminar o reducir considerablemente la concentración de los antibióticos citados en una matriz compleja como efluente de EDAR o agua residual de matadero.

Palabras clave: Antibióticos, fotocátalisis, adsorción, tratamiento terciario.

Agradecimientos: Proyecto EFA 183/16/OUTBIOTICS, del programa Interreg-POCTEFA 2014-2020, financiado por FEDER y al grupo de investigación "Agua y Salud Ambiental" (B43_20R).

Polímero inorgánico híbrido eficiente para la remediación del agua

J. Cubero-Cardoso¹ y J. Urbano²

¹Laboratory of Sustainable and Circular Technology. CIDERTA and Chemistry department, Faculty of Experimental Sciences. Campus de "El Carmen", University of Huelva, 21071 Huelva, Spain. j.cubero@dqcm.uhu.es
juan.urban@dqcm.uhu.es ²Instituto de Grasa, Spanish National Research Council (CSIC), Ctra. de Utrera, km. 1, 41013 Seville, Spain. email del Corresponding Autor: j.cubero@dqcm.uhu.es

Uno de los elementos más abundante en la Tierra, que se ha extraído durante miles de años, es el azufre elemental. De hecho, es el décimo elemento más abundante en la Tierra y es valioso para la comunidad científica como reactivo químico con importantes usos en la industria, la agricultura o la ciencia de materiales.¹ El azufre elemental (S₈) actualmente es un subproducto generado en la industria de refinación de petróleo, produciéndose mediante la extracción del gas H₂S del petróleo crudo, y obteniéndose alrededor de 70 millones de toneladas cada año.² Aunque este azufre es usado en otras industrias, todavía hay un exceso neto de azufre que ofrece pocos usos económicos, por lo que encontrar un nuevo uso a gran escala para este azufre sería un desarrollo importante. Así que siguiendo una nueva ruta desarrollada por Pyun. J. et al, denominada vulcanización inversa,³ es posible obtener materiales poliméricos mediante la polimerización de apertura de anillo de azufre elemental con otros compuestos que portan dobles enlaces, para formar una nueva clase de polímeros híbridos inorgánicos/orgánicos. Muy recientemente, se ha descrito el uso de este nuevo tipo de polisulfuros como adsorbente para la captura de metales en solución acuosa.⁴ Por lo tanto, los polisulfuros pueden ser un candidato perfecto para atrapar otros metales o diferentes compuestos de efluentes acuosos, según su composición. El uso de otros recursos renovables como los aceites vegetales, es interesante debido a su biodegradabilidad y baja toxicidad para los humanos. El objetivo del estudio fue aplicar una valorización al azufre generado en un proceso de refino de petróleo y al aceite de ricino (CO) como materia prima más ecológica, para obtener una gama de polímeros para probar la capacidad de adsorción de diferentes fármacos en solución acuosa. En este estudio se han realizado ensayos en discontinuo con las diferentes proporciones entre azufre y CO (30, 50 y 80 % S₈) y durante 1, 24 y 72h. Se han estudiado el diclofenaco, ibuprofeno y carbamazepina como modelo observándose que a mayor tiempo de contacto más cantidad de fármaco se adsorbe y el polímero que mejor adsorbe es el compuesto por un 50% de azufre. con porcentajes de eliminación de 43, 74 y 29 % respectivamente.

1. Boyd, D. A. 2016 *Angew. Chem. Int. Ed.* 55, 15486-15502.
2. Apodoca, L. E. 2014: US Geological survey. 2014, 156-157.
3. Chung, W. J. *et al.* 2013. *Nat. Chem.* 5, 518–524.
4. Worthington, M.J.H. *et al.* 2017. *Chemistry.* 23, 16219–16230.

Palabras clave: Química verde, azufre; aceite de ricino, vulcanización inversa, remediación de agua.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Junta de Andalucía Consejería de Economía y Conocimiento (Proyecto UHU-1257728).

Wastewater-based epidemiology for SARS-CoV-2 and airborne risk assessment

J. Gonçalves^{1,2}, A. Franco-Torres^{1,2}, E. Rodriguez^{1,2} y P. Garcia-Encina^{1,2}

¹ Institute of Sustainable Processes, University of Valladolid, Valladolid, Spain. ² Department of Chemical Engineering and Environmental Technology, University of Valladolid, Valladolid, Spain.
pedro@uva.es

In December 2019, a new coronavirus belonging to the genus *Betacoronavirus* was isolated for the first time in the city of Wuhan, China, from a group of patients with unrecognizable acute pneumonia. The ongoing coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic has created an enormous burden on public health and diagnostic laboratories worldwide due to the demand for mass testing for SARS-CoV-2. In 2020, SARS-CoV-2 RNA was detected in sewage (Ahmed et al., 2020). This led to the use of wastewater-based epidemiology (WBE) as surveillance and early warning tool to aid the current COVID-19 pandemic, with several important studies being conducted worldwide (Ahmed et al., 2020; Gonçalves et al., 2021). Additional studies have also demonstrated that water treatment processes generate aerosols of less than 1-2 μm , which are within the range of respirable aerosols (Bauer et al., 2002). Some studies have reported a frequent occurrence of respiratory symptoms within WWTPs workers. There is only one study reporting the presence of SARS-CoV-2 in aerosols formed in a WWTP (Gholipour et al., 2021). The goals of the present study are to evaluate WBE as an early warning tool, to study associations between RT-qPCR gene copies with the number of active cases in the community and to detect and quantify characteristic mutations of each variant circulating in the population. Additionally, this study aims to investigate the presence of SARS-CoV-2 RNA air samples of a municipal WWTP as a possible route of COVID-19 transmission. Wastewater is being monthly sampled at the WWTP of Valladolid. Sampling started in October 2021 and will last till September 2022. Influent and effluent wastewater samples are homogenised, and 70ml of each sample is being used for the concentration with 10 kDa Centricon® Plus-70 centrifugal filters (Merck KGaA, Germany). 150 μl of samples is used for RNA extraction using NulceoSpin RNA Virus Kit, according to the manufacturer's instructions. Quantification of SARS-CoV-2, Influenza, Norovirus, and other viruses of public health relevance is being done with (RT)-qPCR (only partial results can be presented). Preliminary results show that WBE is an effective tool for predicting trends in the prevalence of these viruses in the community. While SARS-CoV-2 is present in wastewater samples, it has not been found in aerosols generated in the treatment process.

Keywords: Airborne; COVID-19; SARS-CoV-2; wastewater; wastewater-based epidemiology.

Acknowledgements: This work was performed with the financial support from the Regional Government of Castilla y León and FEDER program (projects CLU 2017-09, UIC315, VA266P20). Agua de Valladolid E.P.E.L (Aquavall) is also gratefully acknowledged for providing the samples and preliminary data.

References

- Ahmed, W., et al, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138764>
Bauer, H., et al., 2002. [https://doi.org/10.1016/s0043-1354\(02\)00121-5](https://doi.org/10.1016/s0043-1354(02)00121-5)
Gholipour, S. et al, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129701>
Gonçalves, J., et al, M., 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143226>

Adsorción simultánea de bisfenol-A y fenol en carbones activados obtenidos a partir de lignina

M.C. Gutiérrez¹, I. Moulefera², F.J García-Mateos², J. Rodríguez-Miraso² y T. Cordero²

¹ Universidad de Córdoba, Dpto. Química Inorgánica e Ingeniería Química, Área de Ingeniería Química, Campus Universitario de Rabanales. Carretera N-IV, km 396, Edificio Marie Curie, 14071 Córdoba, España ² Universidad de Málaga, Departamento de Ingeniería Química, Andalucía Tech., Facultad de Ciencias, Campus de Teatinos s/n, 29010 Málaga, España
mc.gutierrez@uco.es

La presencia de contaminantes orgánicos en el agua está adquiriendo cada vez mayor relevancia debido a sus efectos sobre la salud humana. Ante esta problemática, la adsorción con carbones activados destaca entre las tecnologías más ampliamente estudiadas para la eliminación de estos contaminantes. Además, la evaluación de efectos sinérgicos entre contaminantes y el material adsorbente en procesos de adsorción simultánea adquiere una mayor relevancia cuando se trata de adecuar la viabilidad del proceso a escala industrial.

En este estudio, se han preparado seis carbones activados mediante activación química con H₃PO₄ de lignina Alcell, con el objetivo de evaluar su capacidad adsorbente de Bisfenol-A (BPA) y/o fenol contenidos en disoluciones acuosas. Los carbones activados han sido caracterizados en cuanto a su textura porosa mediante adsorción/desorción de N₂ a -196°C y adsorción de CO₂ a 0°C. La cinética y el equilibrio de los procesos de adsorción han sido evaluados a 20°C. Se ha estudiado la influencia de la relación de impregnación (RI), comprendida entre 0,3 y 5,0 (masa de H₃PO₄/lignina), y de la temperatura de activación (400, 700 y 900°C) sobre la textura porosa y la química superficial de los carbones activados, así como, sobre su carácter adsorbente. Entre los resultados más relevantes, cabe destacar la obtención de carbones activados con un área superficial específica (A_{BET}) comprendida entre 600 y 2250 m²/g. Dichos carbones presentaron, principalmente, una textura microporosa para bajos valores de IR (0,3 y 1,0), mostrando un aumento del volumen de microporo y un desarrollo de la mesoporosidad al aumentar el valor de IR. Las isotermas de adsorción y las curvas de ruptura de BPA o fenol, de manera individual, se han ajustado adecuadamente al modelo de Langmuir ($r^2 > 0,973$) y al modelo de Thomas ($r^2 > 0.9982$), respectivamente. En el caso de adsorción simultánea, la adsorción de BPA se ha visto notablemente favorecida en carbones activados con porosidad más ancha, frente a la adsorción de fenol.

En conclusión, este estudio demuestra la posibilidad de obtener carbones activados a partir de lignina con elevado desarrollo de la porosidad y elevadas capacidades de adsorción/desorción de disoluciones acuosas de BPA y/o fenol.

Palabras clave: Adsorción simultánea, fenol, bisfenol-A, carbón activo, lignina.

Agradecimientos: Se agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por su financiación (RTI2018-097555-B-I00; PID2020-117438RB-I00). M.C.G.M. está muy agradecida al MINECO por la beca concedida (FJCI-2015-25788).

Eliminación de contaminantes emergentes y genes de resistencia a antibióticos de aguas residuales reales mediante procesos UV-C/Cl

S. Mesones, C. Pablos, M.J. López-Muñoz y J. Marugán

Universidad Rey Juan Carlos. Departamento de Tecnología Química y Ambiental, ESCET

javier.marugan@urjc.es

Actualmente, la resistencia a los antibióticos constituye una de las amenazas más serias para la salud pública. Las plantas de tratamiento de aguas residuales son los principales receptores de contaminantes emergentes (EC), bacterias resistentes a los antibióticos (ARB) y genes de resistencia a los antibióticos (ARG) pero no están diseñadas para eliminarlos por completo, siendo necesario implementar nuevas tecnologías de tratamiento. La radiación UV-C, uno de los procesos de desinfección más utilizados, tiene el potencial de dañar el ADN, aunque su eficacia depende de la matriz del agua y del tiempo de exposición a la radiación. Este proceso se puede mejorar combinándolo con oxidantes como cloro, dando lugar a un posible efecto sinérgico. En el proceso UV-C/Cl se generan radicales con alto poder oxidante, como radicales hidroxilo y especies reactivas de cloro, que producen la degradación de los antibióticos y la desinfección microbiana, incluido el daño al ADN.

En este trabajo se ha estudiado la aplicación de procesos UV-C/Cl con aguas residuales reales para la eliminación de bacterias y genes de resistencia a sulfametoxazol y ciprofloxacino (sul1 y qnrs), y de un conjunto de EC entre los que se incluyen ambos antibióticos. Se ha empleado un reactor UV-C combinado con la dosificación de cloro en continuo. Se estudiaron caudales de entrada de 5 y 10 L·min⁻¹, valores de energía incidente comprendidos entre 3,6·10⁻⁶ y 1,2·10⁻⁵ E·s⁻¹ y concentraciones de cloro de 12 y 21 mg·L⁻¹.

Los resultados obtenidos muestran que mediante fotólisis con UV-C se consigue eliminar entre un 90 y un 99% de los ARB y hasta cerca de un 30% de ambos antibióticos, pero apenas afecta a la concentración de los ARG. Por otro lado, con el proceso de cloración no se produce apenas eliminación de los ARB y ARG, por el bajo tiempo de contacto con el cloro. En cambio, se consigue eliminar cerca del 35% de ciprofloxacino y el 98% de sulfametoxazol. Cuando se combinan ambos procesos (UV-C/Cl) se mejora el porcentaje de eliminación de ARB y de ARG hasta alcanzar valores de 99,9-99,99% y 90-99%, respectivamente. También se consigue la eliminación completa tanto del ciprofloxacino como del sulfametoxazol, existiendo un claro efecto sinérgico con la combinación de ambos procesos.

Palabras clave: aguas residuales, cloro, contaminantes emergentes, resistencia a antibióticos, UV-C

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por la financiación a través del proyecto CALYPSOL ATECWATER (RTI2018-097997-B-C33) y Comunidad de Madrid por el programa REMTAVARES (P2018/EMT-4341).

Eliminación de contaminantes emergentes y reutilización de aguas residuales urbanas mediante fotobiorreactores de microalgas a escala laboratorio

F.G. Gonzalo Ibrahim^{1,4}, R. Muñoz Torre^{3,4}, V. Alonso Gómez⁴ e I. de Godos Crespo^{1,4}

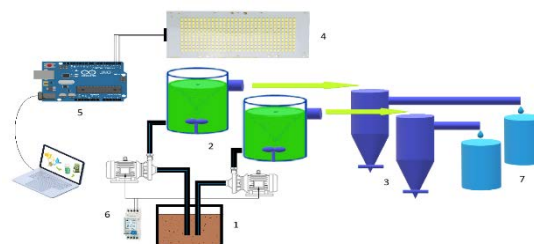
¹ Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente; EIFAB, Campus de Soria, UVA. ²

Departamento de Física Aplicada; EIFAB, Campus de Soria, UVA. ³ Departamento de Ingeniería Química y

Tecnología del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería Industrial, UVA. ⁴ Instituto de Procesos Sostenibles,

Universidad de Valladolid, Dr. Mergelina s/n., 47011 Valladolid. felixgaspar.gonzalo@uva.es

Figura 1. Diagrama fotobiorreactores escala laboratorio, (1) Agua residual Urbana, INLET, (2) Fotobiorreactores, (3) Decandador, (4) Módulos LED, (5) Programa de iluminación con Arduino (6) Sistema de bombas programadas, (7) OUTLET.



Se estudió el rendimiento del tratamiento de aguas residuales urbanas (municipio 1.000 h-eq) con microalgas en dos fotobiorreactores integrados con sedimentación a escala de laboratorio para su depuración, eliminación de contaminantes emergentes y reutilización de agua para riego agrícola. Se simularon dos condiciones climáticas, invierno y verano (60-60 días) similares a las de la provincia de Soria creadas a partir de un sistema de LED con un Arduino regulando la intensidad de luz y la temperatura del reactor. El TRH para el fotobiorreactor fue de 3 días y 1 día para el decantador. El coeficiente de aireación fue de 0.393 h^{-1} . Los rendimientos de eliminación en los parámetros de DQO, NH_4^+ , PO_4^{3-} , SST cumpliendo la legislación vigente y, en desinfección, la clase de calidad de las aguas regeneradas para riego agrícola, B en condiciones de verano y C en invierno, de acuerdo con la directiva europea (EU) 2020/741, como se puede observar en la siguiente tabla.

PARÁMETROS (unidades)	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE INFLUENTE Y EFLUENTE EN EL FOTOBIORREACTOR EN DIFERENTES CONDICIONES CLIMÁTICAS					
	CONDICIONES CLIMÁTICAS ESTUDIADAS				RENDIMIENTO %	
	INVIERNO		VERANO		INVIERNO	VERANO
	IN	OUT	IN	OUT		
DQOt (mg/L)	181.72 ± 92.83	31.13 ± 11.84	387.37 ± 85.28	80.06 ± 31.71	81.59 ± 9.32	78.08 ± 8.61
DQOs (mg/L)	113.88 ± 81.99	5.22 ± 2.87	177.21 ± 23.62	18.66 ± 7.36	82.837 ± 10.73	89.18 ± 4.60
N-NH ⁴⁺ (mg/L)	24.59 ± 10.61	0.68 ± 0.36	16.47 ± 7.05	0.47 ± 0.13	97.00 ± 2.01	96.64 ± 1.60
P-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	9.38 ± 5.22	0.90 ± 0.07	7.19 ± 6.87	0.86 ± 0.06	83.20 ± 10.91	79.19 ± 6.87
SST (mg/L)	157.78 ± 7.03	16.47 ± 7.04	248.5 ± 88.80	35.34 ± 13.28	94.26 ± 3.49	83.72 ± 8.54
E. Coli (CFU/100mL)	1.98E+4 ± 1.59E+3	212.50 ± 17.68	6.28E+5 ± 1.30E+5	24.93 ± 1.62	98.93 ± 4.98E-1	100.00 ± 3.51E-3
Enterobacter A. (CFU/100mL)	1.09E+4 ± 1.34E+4	232.50 ± 84.11	5.07E+5 ± 1.49E+5	28.00 ± 9.02	99.79 ± 4.35E-2	99.98 ± 4.80E-3
Enterococcus F. (CFU/100mL)	8.31E+3 ± 3.80E+3	290.00 ± 14.14	2.32E+5 ± 5.66E+4	9.42 ± 0.31	94.84 ± 2.51E-1	99.95 ± 2.36E-2

Se determinó la eliminación de algunos de los principales contaminantes emergentes presentes en aguas residuales urbanas mediante método analítico de cromatografía líquida de rendimiento ultra alto (UHPLC) acoplada a espectrometría de masas en tándem (MS/MS). 61 compuestos, entre ellos, medicamentos, antibióticos, antiparasitarios, analgésicos y hormonales fueron cuantificados. Eliminaciones variables de estos compuestos fueron detectadas en función de la naturaleza de cada contaminante. Los resultados demuestran la capacidad de tratamiento de los sistemas de algas para el tratamiento, desinfección y eliminación de contaminantes emergentes.

Palabras clave: Contaminantes emergentes, depuración con microalgas, fotobiorreactores, desinfección. **Agradecimientos:** Universidad de Valladolid, EIFAB y al ISP.

SESIÓN ORAL VII:

**MFC. Otros tratamientos físico-
químicos**

Evaluación de la toxicidad aguda de suelos contaminados por HCHs tras la aplicación de tratamientos de remediación con persulfato

C.M. Domínguez¹, A. Checa-Fernández¹, P. Ventura¹ y A. Santos¹

¹ Universidad Complutense de Madrid. Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales. Grupo de Investigación: INPROQUIMA. carndomi@ucm.es

La fabricación del pesticida lindano (g-hexaclorociclohexano, g-HCH) genera grandes cantidades de residuos (mezcla de los isómeros α , β , δ y ϵ -HCH, sin propiedades insecticidas). Toneladas de estos residuos se vertieron de forma incontrolada durante décadas, provocando la contaminación de grandes superficies de suelo y agua. Aunque su producción y uso están prohibidos en la actualidad, muchos emplazamientos siguen contaminados, como es el caso del vertedero de Bailín (Sabiñánigo, España). Grandes cantidades de residuos sólidos de HCHs (principalmente α - y β -HCH) fueron vertidos en este vertedero. Estos contaminantes se encuentran en forma de materia particulada y/o adsorbidos en el suelo, siendo responsables de la contaminación de las aguas superficiales y de escorrentía. Debido a la elevada toxicidad y persistencia de estos contaminantes, es necesario desarrollar técnicas eficaces para la remediación de este emplazamiento. Entre las distintas técnicas de remediación *on-site* estudiadas, la activación de persulfato (PS) con i) temperatura (PS/T) (Domínguez et al., 2021, J. Environ. Chem. Eng., 9, 105668) y ii) álcali intensificado con temperatura (PS/NaOH/T) (Checa-Fernández, A., et al. (2021) Sep. Purif. Technol. 270, 118795) han mostrado resultados prometedores. Determinar la ecotoxicidad de los suelos tratados es de suma importancia de cara a un posterior tratamiento biológico, aspecto muy poco estudiado en bibliografía. En este trabajo se estudia la toxicidad aguda de suelos contaminados con HCHs (409 mg/kg_{suelo}) antes y después de la aplicación de dos tratamientos de oxidación: PS/T ($C_{PS}=60\text{g/L}$, 50°C, 17 días) y PS/NaOH/T ($C_{PS}=60\text{g/L}$, NaOH:PS=2, 50°C, 11 días), mediante el ensayo Microtox[®] de los suelos, extracto orgánico (medida de vital importancia debido a la elevada hidrofobicidad de los contaminantes) y extracto acuoso. Además, se ha utilizado como referencia un suelo no contaminado procedente del mismo emplazamiento. El suelo contaminado inicial mostró una elevada toxicidad aguda ($UT_{50}=781\text{ ml/g}$ (fase suelo) y 60 ml/g (fase orgánica)). El tratamiento PS/NaOH/T condujo a una mayor eliminación de contaminantes (98%) que el sistema PS/T (82%). Sin embargo, la activación térmica de PS consiguió reducir la toxicidad del suelo al nivel mínimo (valores equivalentes a los del suelo referencia), mientras el tratamiento alcalino apenas redujo la toxicidad aguda exhibida por el suelo inicial, debido a cambios en el suelo asociados a la adición de NaOH. Así, de cara a la remediación de suelos contaminados con HCHs a escala real y la posible aplicación de un postratamiento biológico, la activación térmica de PS es preferible a la alcalina.

Palabras clave: Toxicidad aguda, HCHs, remediación, suelo, persulfato.

Agradecimientos: Los autores del trabajo agradecen a los proyectos S2018/EMT-4317 y PID2019-105934RB-I00, así como a la empresa SARGA por el suministro de muestras.

Diferentes aleaciones de níquel para la producción de hidrogeno en celdas de electrolisis microbiana

P. Sánchez-Peña¹, C. Ottone², G. Aroca², J. Baeza¹, A. Guisasola¹, M. Baeza³, D. Gonzalez¹ y D. Gabriel¹

¹ Universidad Autónoma de Barcelona, Escuela de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental, GENOCOV, Bellaterra, España. ² Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ingeniería Bioquímica, Valparaíso, Chile. ³ Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, GENOCOV, Bellaterra, España.
pilar.sanchez.pena@uab.cat

Las celdas de electrólisis microbianas permiten la generación de hidrogeno a partir de la oxidación de la materia orgánica contenida en las aguas. Uno de los principales inconvenientes de estas celdas es que su reacción catódica tiene una cinética muy lenta, lo que hace que sea muy desfavorecida la producción de hidrógeno. Por ese motivo, es necesario el uso de un catalizador. Uno de los más comúnmente utilizados es el platino, debido a su alto rendimiento, pero su elevado coste hace que no sea factible a gran escala. El objetivo de este estudio es proporcionar diferentes aleaciones de níquel como catalizadores sustitutos del platino, un metal mucho más económico debido a que no se trata de un metal noble. Las aleaciones que se presentarán serán Ni₁₀₀, Ni₈₅Mo₁₅, Ni₆₄Fe₁₈Mo₁₈ y Ni₇₆Fe₁₆Mo₈, las cuales fueron depositadas electroquímicamente mediante la aplicación de un potencial, sobre tela y sobre fieltro de carbono, para así poder comparar y evaluar su comportamiento. Así, los experimentos se llevaron a cabo en celdas cúbicas de 28 mL de metacrilato. En cada celda se utilizó uno de los cátodos comentados anteriormente, y como ánodo se empleó un escobillón comercial de fibras de carbono. Además, para la operación de la celda, se aplicó un voltaje externo de 1.0 V entre los electrodos. Finalmente, cabe comentar que, en estos experimentos, las aguas utilizadas fueron sintéticas con la finalidad de simplificar el estudio de los electrodos. No obstante, los electrodos fueron caracterizados usando microscopía electrónica de barrido, voltamperometría de barrido lineal y espectroscopía de impedancia electroquímica entre otras técnicas. Se observó que el electrodo con el catalizador Ni₆₄Fe₁₈Mo₁₈ presentaba similar rendimiento en cuanto a densidad de corriente y homogenización en la deposición, que los cátodos con Pt depositado mediante la técnica brush painting (Cheng, S., et al. (2006) *Electrochemistry communications* 8, 489-494). Además, en términos generales, el rendimiento con los electrodos de fieltro fue superior que el obtenido con la tela de carbono, debido a su incremento en el área electroactiva.

Palabras clave: Celdas de Electrólisis Microbianas, Catalizadores de Hidrógeno, Níquel, Hierro, Molibdeno.

Agradecimientos: Este trabajo fue soportado por el proyecto Recycles (GA: 872053) financiado por el la Comisión Europea en el marco del programa Horizon 2020 Marie Skłodowska Curie RISE 2019. Pilar Sánchez Peña agradece la beca predoctoral FI (2018FI_B01161) de la Generalitat de Catalunya (Agencia de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca).

Acoplamiento de electrodiálisis y sistemas bio-electroquímicos para la recuperación de metales y energía de drenaje ácido de mina

Y. Delgado-González, J. Llanos, M. Muñoz, L. Rodríguez, J. Villaseñor y F.J. Fernández-Morales

Universidad de Castilla-La Mancha. Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación: TEQUIMA

fcojesus.fmorales@uclm.es

Las minas abandonadas pueden generar episodios de contaminación graves que podrían evitarse empleando tecnologías de remediación tanto *in-situ* como *ex-situ*. Adicionalmente, cabe destacar que los residuos mineros presentan grandes concentraciones de materia y energía que sería posible recuperar favoreciendo de este modo la economía circular. En este trabajo, se han acoplado tecnologías de membranas y bio-electroquímicas con objeto de recuperar la materia y la energía contenida en este tipo de efluentes de minería.

En primer lugar, se hizo un estudio de concentración mediante electrodiálisis empleando drenaje ácido de mina (AMD) sintético con objeto de identificar el voltaje aplicado y la relación de caudales entre las corrientes diluida y concentrada óptima. Posteriormente, se concentró un efluente real de AMD empleando para ello los parámetros óptimos obtenidos previamente. Las condiciones óptimas de operación fueron voltaje de 8 V y relación de caudales diluido/concentrado de 3/1. Este efluente concentrado fue posteriormente alimentado a sistema bio-electroquímico en el cual se buscaba la reducción catódica y posterior recuperación de metales contenidos en el AMD. Posteriormente, el sistema bio-electroquímico se operó en modo celda microbiana de combustible (MFC), para ello se desarrolló un cultivo microbiano anódico durante un mes. Con objeto de tener resultados reproducibles y poder aislar la contribución de los procesos microbianos se operaron dos celdas bióticas y una abiótica. El cátodo se alimentó con AMD real proveniente de la mina de San Quintín, Ciudad Real. Los compartimentos anódico y catódico del sistema bio-electroquímico se encontraban separados por una membrana bipolar. Las MFC se operaron durante 300 horas. A lo largo de este periodo se consiguió la total deposición del cobre en forma de Cu^0 en la superficie del cátodo y la reducción de Fe^3 a Fe^2 , a la vez que se produjo energía eléctrica de hasta 60 mV y 0.08 mA/cm². Finalmente, con objeto de favorecer la deposición del resto de metales contenidos en el AMD, se operó el sistema bio-electroquímico en modo celda de electrolisis (MEC) aplicando durante 48 horas 0.5 V, seguidamente 1 V a lo largo de 96 horas y, por último, 1.5 V durante 96 horas. Con esta etapa MEC se consiguió la deposición del resto de los metales sobre la superficie del electrodo.

Palabras clave: Drenaje Ácido de Mina, Electrodiálisis, MFC, MEC.

Agradecimientos: se agradece el apoyo financiero del proyecto SBPLY/19/180501/000254 de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y del Ministerio de Ciencia e Innovación de España a través del proyecto PID2019-107282RB-I00.

Mejora de la digestión anaerobia de un efluente agroalimentario mediante su integración con sistemas bioelectroquímicos

D. Carrillo-Peña¹, A. Escapa^{1,2}, A. Morán¹ y R. Mateos¹

¹ Universidad de León. Departamento de Química y física aplicadas. Grupo de Ingeniería Química, Ambiental y Bioprocesos. ² Universidad de León. Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Sistemas y Automática. Grupo de Ingeniería Química, Ambiental y Bioprocesos.

rmatg@unileon.es

La digestión anaerobia presenta limitaciones en cuanto a la degradación y el rendimiento de biogás para determinados efluentes reales. En este estudio se ha evaluado la influencia de la introducción de electrodos en un digestor anaerobio para el tratamiento de un efluente de industria agroalimentaria. Para ello, se utilizaron reactores monocamerales provistos de electrodos de grafito para comparar un digestor con electrodos conectados (MEC-AD) frente a un reactor de digestión tradicional con sus electrodos en circuito abierto (OC-AD). El proceso se llevó a cabo en batch, manteniendo una relación de alimentación de 30/70 (30% de efluente; 70% de medio sintético) para ambos reactores y polarizando el reactor MEC-AD a 1V entre ánodo y cátodo. Los resultados experimentales mostraron valores similares en cuanto a la eliminación de carbono alcanzando porcentajes hasta del 76% en ambos casos. La producción específica media de metano una vez estabilizado el sistema MEC-AD (~ 400 L CH₄·kg SV⁻¹) fue más de tres veces superior a la lograda por OC-AD (~ 120 L CH₄·kg SV⁻¹), alcanzando calidades de biogás de cerca del 80% en CH₄. El análisis bioelectroquímico por espectroscopia de impedancia electroquímica reveló que el bioánodo de MEC-AD presentaba mayor actividad electroquímica, capacitancia y conductividad, con una menor resistencia a la transferencia de carga que los electrodos no conectados del reactor OC-AD, lo que podría corresponder con la mayor producción de metano observada. Las comunidades bacterianas en ambos procesos fueron similares, a diferencia de las Arqueas donde MEC-AD presentó una clara adaptación y enriquecimiento en *Methanosarcina*, frente a OC-AD donde predominaba *Methanocurpusculum*. La capacidad de *Methanosarcina* para degradar varios tipos de sustratos explica también el incremento en la producción de CH₄ en MEC-AD. Concretamente, los resultados obtenidos confirman las ventajas de integrar la electrolisis microbiana en reactores de digestión anaerobia para el tratamiento de efluentes reales frente al tratamiento convencional.

Palabras clave: Digestión anaerobia; Electrolisis microbiana; espectroscopia de impedancia electroquímica, mejora de biogás.

Síntesis verde de nanopartículas de plata/cloruro de plata a partir de extracto celular de *Rhodotorula mucilaginosa* 1S1: estudio de su capacidad germicida

A. J. Muñoz¹, F. Espínola^{1,2}, M. Moya¹, E. Ruiz^{1,2} y E. Castro^{1,2}

¹ Universidad de Jaén. Dpto. De Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales. Grupo de Investigación: TEP-233.

² Universidad de Jaén, Centro de Estudios Avanzados en Energía y Medio Ambiente.
amcobo@ujaen.es

En su interacción con los metales pesados presentes en efluentes contaminados, los microorganismos ponen en juego mecanismos de biosorción dependientes e independientes del metabolismo celular que permiten la retención de los iones metálicos y llegado el caso, su posible recuperación (Beni and Esmaeili (2020). Environ Technol Inno, 17, 100503). Entre estos mecanismos se encuentran algunos capaces de propiciar la síntesis verde de nanopartículas metálicas (Li, X., et al. (2011). J Nanomater, 270974). Diferentes estudios han puesto de manifiesto las propiedades antibacterianas de estas nanopartículas, lo que posiblemente se debe a su elevada superficie específica, que facilita una mejor interacción con el microorganismo. Las nanopartículas se adhieren a la membrana celular y además penetran en el interior interactuando con el ADN, interfiriendo así en el proceso de replicación o atacando a la cadena respiratoria de los patógenos (Fariq, A., et al. (2017). J. Appl. Biomed, 15, 241-248). Uno de los metales más interesantes en este campo a la vez que pernicioso en el medio natural, es la plata, por lo que la posibilidad de usar una biomasa microbiana para eliminarlo de los efluentes y al mismo tiempo propiciar su recuperación en estado nanométrico, supone una estrategia novedosa que podría tener interés en el campo de la nanomedicina y además evitaría los inconvenientes de la obtención de nanopartículas por procedimientos físico-químicos. En esta propuesta se obtuvieron nanopartículas de Ag/AgCl a partir de extracto celular de *Rhodotorula mucilaginosa* 1S1, una levadura que previamente había demostrado su capacidad para retener iones Ag(I) por diferentes mecanismos incluida la reducción química. Las nanopartículas se identificaron por espectroscopia ultravioleta-visible (UV-vis) y se caracterizaron por microscopía electrónica de transmisión mostrando un predominio de tamaños comprendidos entre 12 y 20 nm. Finalmente fueron recuperadas para estudiar su capacidad antimicrobiana frente a cuatro bacterias pertenecientes a géneros en los que se dan algunas especies resistentes a antibióticos, obteniéndose concentraciones mínimas inhibitorias (CMI) en el intervalo de 10 a 30 µg/mL.

Palabras clave: Ag/AgCl-NPs, *Rhodotorula mucilaginosa* 1S1, UV-vis, síntesis verde.

Agradecimientos: FEDER UJA ref.1261002 financiado por el "Programa FEDER 2014-2020 Junta de Andalucía". Personal técnico del CICT de la Universidad de Jaén.

Cinética de la adsorción de azul de metileno en nanopartículas de fibroína de seda

M. Aguilar, M. Lloréns, V.F. Meseguer, J.F. Ortuño, A.B. Pérez-Marín y R. Valentín

Universidad de Murcia. Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación: Tecnología del Agua.

maquilar@um.es

La adsorción es un método eficaz utilizado frecuentemente para la eliminación de contaminantes en efluentes líquidos, entre los que cabe mencionar los colorantes. En este trabajo se emplea nanopartículas de fibroína de seda, producida por el gusano *Bombyx mori*, como material adsorbente para la eliminación del colorante azul de metileno en disoluciones acuosas. El objetivo es estudiar la cinética de la adsorción de este colorante catiónico, empleado ampliamente en la industria textil.

En la Figura 1 se muestra la cinética de adsorción de azul de metileno a las temperaturas de 10 °C, 25 °C y 40 °C. Inicialmente la cantidad de azul de metileno adsorbida por unidad de masa de sólido adsorbente (q_t , $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) aumenta rápidamente. Esta velocidad de adsorción elevada es debida a que las concentraciones de colorante en ambas fases están muy alejadas de la situación de equilibrio y la cantidad de sitios activos es elevada. Posteriormente, la velocidad de adsorción disminuye hasta que se alcanza el equilibrio. Las velocidades de adsorción son muy parecidas a 25 °C y 40 °C y éstas superiores a las obtenidas a 10 °C. En todos los casos, en los primeros 30 minutos de contacto se adsorbe más del 80 % de la cantidad adsorbida en el equilibrio, que se alcanza antes de 5 horas de contacto.

Los datos cinéticos se han ajustado a diferentes modelos (pseudo-primer orden, pseudo-segundo orden, Elovich, difusión intraparticular y Bangham) y se han obtenido los parámetros característicos de cada modelo por ajuste no lineal (Meseguer, V. F., Ortuño, J. F., Aguilar, M. I., Pinzón-Bedoya, M. L., Lloréns, M., Sáez, J., Pérez-Marín, A. B. (2016). <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7625-x>). El modelo que mejor describe los datos experimentales es el de pseudo-segundo orden (ARE < 4,1%).

Palabras clave: adsorción, azul de metileno, cinética, colorantes, fibroína de seda.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido parcialmente financiado por (FEDER/FEDER) y MINECO (CTQ2017-87708-R).

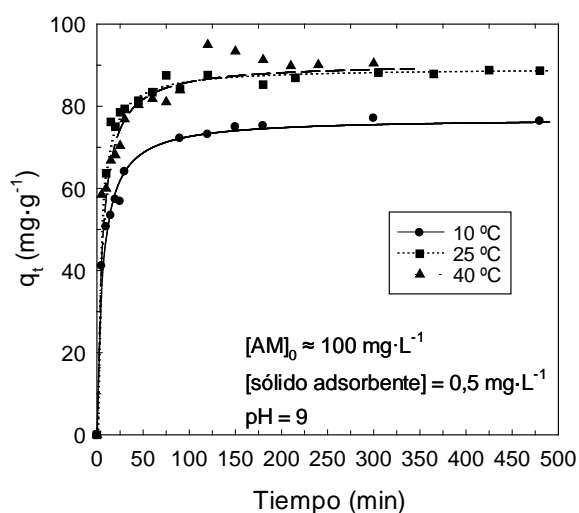


Figura 1. Cinética de adsorción

Crioconcentración de suero lácteo para la obtención de productos de valor añadido y agua limpia

I. Uald Lamkkadam, J. Colón, L. Llenas, S. Ponsá, E. Vega y M. Mora

¹ BETA Technological Center. (TECNIO Network), University of Vic-Central University of Catalonia, C de La Laura 13, 08500, Vic, Spain
mabel.mora@uvic.cat

Durante la producción de queso, alrededor del 50 % de los sólidos disueltos permanecen en el lactosuero, el efluente líquido que se genera después de la coagulación y separación de la proteína de la leche. El lactosuero es un efluente valioso ya que es rico en nutrientes (lactosa, proteínas, vitaminas y aminoácidos, entre otros) y además se obtiene en grandes cantidades en la industria quesera. En los últimos años el lactosuero ha dejado de considerarse, por lo tanto, un residuo ya que tiene asociado un gran potencial como materia prima para el sector productivo de complementos alimenticios. Sin embargo, el transporte del lactosuero es costoso por su gran contenido en agua. De aquí que tecnologías como la crioconcentración estén ganando importancia ya que, además de conseguir reducir el volumen de este efluente a menor coste que otros procesos de concentración (como la evaporación o las membranas), se preserva todo el valor nutricional en el lactosuero concentrado y se obtiene además un volumen importante de agua limpia que se puede reutilizar.

Existen diversas configuraciones tecnológicas para crioconcentrar el lactosuero. En este estudio se ha utilizado un reactor discontinuo, encamisado (conectado a un baño refrigerado) y de mezcla completa de 2 L con el objetivo de evaluar el proceso de crioconcentración del lactosuero de leche de vaca, desde un punto de vista de viabilidad tecnológica y económica. Inicialmente se realizó un barrido de condiciones, variando tanto la temperatura de líquido refrigerante (-5, -10 y -15 °C), como la velocidad de agitación del lactosuero (150, 300 y 600 rpm) y la concentración inicial de sólidos disueltos en el lactosuero (3, 5 y 7 °Brix). Durante cada ensayo se realizó el seguimiento del consumo energético y de la distribución de sólidos y volumen, tanto en el lactosuero concentrado (líquido) como en el hielo formado en la pared del reactor (sólido). Bajo condiciones óptimas de operación se obtuvo un 73.3 % de recuperación de sólidos en el lactosuero concentrado y una reducción de volumen del 81.1 % en tan sólo un único ciclo de 3 h. Adicionalmente, se realizaron ensayos consecutivos de crioconcentración del lactosuero concentrado y del hielo fundido, para obtener agua cada vez más limpia y lactosuero concentrado, y se analizó la distribución de lactosa y proteína en ambas fases.

Palabras clave: Crioconcentración, Lactosuero, Proteína, Lactosa.

Agradecimientos: Este estudio se ha realizado en el marco del proyecto "INNOTRANSLACT" (EFA005/15 INNOTRANSLACT) del programa INTERREG POCTEFA.

SESIÓN ORAL VIII:

Tratamiento con membranas

Resultados preliminares de la operación de un fotobiorreactor de membrana para tratar el efluente de un reactor UASB

*E. Ferrera, I. Ruigómez y L. Vera**

Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica, Facultad de Ciencias, Sección Química, Universidad de La Laguna, Av. Astrof. Fco. Sanchez s/n. 38200 La Laguna, España Tel. +34 922318054

luvera@ull.edu.es

La tecnología UASB aplicada con éxito en el tratamiento de aguas residuales de origen ganadero e industrial ha visto limitada su aplicación al acaso de aguas residuales urbanas dada la limitación de carga orgánica de las mismas. La integración de este proceso con las tecnologías de membrana ha dado lugar a una nueva generación de biorreactores de membrana (MBRs) anaerobios que ha sido objeto de gran interés en los últimos años, por su potencial para reducir los costes de explotación asociados a la aeración de procesos aerobios (lodos activados y MBR aerobios) y producir biogás durante el proceso anaerobio.

Por otra parte, la incorporación del cultivo de especies fototróficas (fundamentalmente, microalgas y cianobacterias) en aguas residuales ha adquirido notoriedad tanto para recuperar nutrientes presentes en dichas aguas como para producir biomasa que pueda ser posteriormente, valorizada por distintas vías (Gao et al. (2019). <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.01.038>).

Un fotobiorreactor de membrana sumergida ha sido alimentado con el efluente generado en una unidad UASB piloto de 60 L de volumen útil para depurar aguas residuales domésticas con un contenido medio de materia orgánica de 680 mg/L en términos de DQO. Los resultados preliminares de la operación revelaron un porcentaje de depuración global, del 93%. El UASB operado en régimen psicrófilico permitió la reducción de la DQO en un 50% y de los Sólidos Suspendidos Volátiles en un 56% además de la generación de biogás. En cuanto a la acción depurativa del fotobiorreactor de membrana, la acción conjunta del consorcio microalga-bacteria y la membrana sumergida, permitió reducir en un 86% la DQO presente en el efluente del UASB.

El ensuciamiento observado en la membrana, en términos de presión transmembrana final de ciclo, fue $0,092 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$, siendo su naturaleza de carácter mayoritariamente, reversible.

Palabras clave: agua residual doméstica, anaerobio, ensuciamiento, fototróficos, membrana.

Agradecimientos: La presente investigación ha sido realizada en el marco del proyecto RTI2018-093736-B-100 financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación; Agencia Estatal de Investigación; FEDER, UE.

Aplicación de membranas de ultrafiltración para maximizar la recuperación de recursos en EDAR convencionales

J. Serralta¹, A. Bouzas², D. Aguado¹, A. Robles², R. Barat¹, J. Ribes², P. Sanchis-Perucho², J. Godifredo¹, I. Ivailova¹, N. Martí², V. Ruano², L. Borrás, J.B. Giménez², A. Seco² y J. Ferrer¹

¹ Universitat Politècnica de València. Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. Grupo de Investigación: CALAGUA. ² Universitat de València. Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación: CALAGUA.
jserralt@hma.upv.es

El grupo de investigación CALAGUA en el marco del proyecto MEM4REC ha evaluado mediante estudios a escala piloto la implantación de membranas de ultrafiltración (0,03- μm de tamaño de poro) en el efluente del decantador primario para derivar toda la materia orgánica suspendida y parte de la soluble (materia coloidal) a la digestión anaerobia. Para ello se instaló una planta piloto en la EDAR del Barranco del Carraixet capaz de tratar 18 m³/d que fue alimentada con agua decantada. Los principales resultados obtenidos durante 30 meses de operación fueron:

- Características del permeado: El permeado estuvo exento de sólidos suspendidos, siendo la concentración promedio de DQO 57 mg/l, la de nitrógeno 31 mg N/l y la de fósforo 2,5 mg P/l. Los porcentajes de reducción respecto del agua decantada fueron 70% para la DQO, 32% para el N y 59% para el P.
- Condiciones de operación de la membrana: Se consiguió un funcionamiento estable del proceso con un flujo transmembrana de 10 LMH y un caudal de gas para limpieza de 0,1 m³/m²·h. En esas condiciones la presión transmembrana se encontraba por debajo de 110 mbar siendo necesaria la limpieza química de la membrana cada 6 meses.

Para conseguir la eliminación autotrófica del nitrógeno se operó un reactor de 15 l en el que, con un TRC de 5 d, un TRH de 5 h y concentraciones de oxígeno entre 0,3 y 0,5 mg/l fue posible evitar la proliferación de bacterias nitritooxidantes. Tratando en este reactor el 50% del permeado se conseguiría una corriente con una relación $\text{NH}_4^+:\text{NO}_2^-$ próxima a 1 para su introducción en un proceso ANAMMOX.

Los ensayos de sedimentabilidad mostraron la necesidad de concentrar el rechazo de la membrana en un espesador dinámico antes de su introducción en la digestión anaerobia. En planta piloto se obtuvo un aumento del 80% en la producción de metano al introducir esta corriente espesada en la digestión anaerobia. Finalmente, mediante contactores de membrana se consiguió recuperar más del 98% del nitrógeno presente en el sobrenadante de la digestión anaerobia en forma de sulfato amónico.

Palabras clave: biogás, membranas, recuperación de recursos, valorización.

Agradecimientos: El proyecto MEM4REC fue financiado por la AEI (CTM2017-86751-C2).

Tratamiento de aguas residuales mediante biotecnología de microalgas y sistemas de membranas

A. Morillas-España^{1,2}, T. Lafarga^{1,2}, F.G. Ación^{1,2}, S. Villaró^{1,2} y C.V. González-López^{1,3}

¹ Universidad de Almería. Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación: Bio352. ² Universidad de Almería-CEIMAT. CIESOL, Centro de investigación de energía solar. ³ CIAIMBITAL Research Center for Mediterranean Intensive Agrosystems and Agrifood Biotechnology
ame778@ual.es

Durante los últimos años, la escasez de agua se ha convertido en uno de los principales problemas de la humanidad, por lo que su reutilización es fundamental para el mantenimiento del actual desarrollo socioeconómico. En este trabajo, se propone la utilización de procesos basados en microalgas como alternativa sostenible a los métodos convencionales de tratamiento de aguas. Se presenta una comparativa de producción anual de *Scenedesmus sp.* en fotobiorreactores tipo raceway (RW) y thin-layer (TL), usando en ambos casos agua residual urbana como medio de cultivo. El estudio se realizó con fotobiorreactores RW (80 m²) y TL (63 y 126 m²) a escala piloto durante un ciclo anual completo en Almería (España). Se estudiaron tres tasas de dilución diferentes (0,1, 0,2 o 0,3 día⁻¹) para cada tipo de fotobiorreactor. Además, se estudió el uso de membranas de ultrafiltración (MUF) como herramienta para poder aumentar el volumen de agua residual tratada al día, lo que permitió separar el tiempo de retención celular del tiempo de retención hidráulica. En el caso de los fotobiorreactores TL, se obtuvo una productividad media anual de 24,8 g·m⁻²·día⁻¹ (82,0 t·ha⁻¹·año⁻¹) con un máximo de 32,8 g·m⁻²·día⁻¹ operando a 0,3 día⁻¹ en verano. Las tasas de eliminación de fósforo y nitrógeno inorgánico variaron entre 695,4 – 2383,4 y 70,4 – 111,8 mg·m⁻²·día⁻¹, respectivamente. Por otra parte, en los fotobiorreactores RW, se logró una productividad máxima de 25,1 g·m⁻²·día⁻¹ operando a 0,2 día⁻¹ en verano. El 96% del N-NH₄⁺ presente en el agua residual fue eliminado, con tasas máximas de eliminación de nitrógeno de 4286,6 mg·m⁻²·día⁻¹ en verano. En referencia al P-PO₄³⁺, se eliminó hasta un 75%, con tasas de eliminación que oscilaron entre 147,5 mg·m⁻²·día⁻¹ y 227,2 mg·m⁻²·día⁻¹. El uso de una MUF acoplada a un RW y el aumento de la tasa de permeado a 0,4 día⁻¹, dio lugar a un incremento del 129,3 % en la cantidad diaria de agua que podría procesarse. Además, se consiguió un aumento promedio del 48,7 % en la productividad de biomasa. Como conclusión, las alternativas estudiadas permiten procesar grandes volúmenes de agua que podrían reutilizarse en riego, por ejemplo, permitiendo a su vez reducir los costes de producción en 0,44 € kg⁻¹ al recuperar los nutrientes del agua residual. Además, la biomasa producida tiene un valor añadido ya que puede ser utilizada en diversas aplicaciones industriales (agricultura, piensos, biocombustibles, etc).

Palabras clave: Agua residual, Biorremediación, Economía circular, Microalgas.

Agradecimientos: Este trabajo se enmarca en el proyecto de I+D AL4BIO RTI2018-099495-A-C22 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/, por "ERDF A way of making Europe" y el proyecto GREENFARM, financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación de España y universidades (PDC2021-121861-C21). T. Lafarga quiere agradecer su apoyo a la Junta de Andalucía (POSTDOC_21_00463).

Eliminación de microplásticos con lechos filtrantes y membranas de ultrafiltración

C. Lafita¹, J. González-Camejo², A. Morales³, J. Peña³, A. Seco², N. Martí² y S. Enguídanos¹

¹ Global Omnium Medioambiente S.L. Camino de Picaña 16. 46014 Valencia, España ² CALAGUA – Unidad Mixta UV-UPV, Departament d'Enginyeria Química, Universitat de València, Avinguda de la Universitat s/n, 46100 Burjassot, Valencia, España ³ AIMPLAS – AIMPLAS, Instituto Tecnológico del Plástico. València Parc Tecnològic. 9 Carrer Gustave Eiffel 4, 46980 Paterna, Valencia, España.
carlo@globalomnium.com

En los últimos años la presencia de microplásticos (MP) en los cuerpos de agua ha despertado un gran interés sobre la comunidad científica, tomadores de decisiones y colectivos implicados en el sector del agua. Estas partículas, <5 mm, se encuentran en las aguas residuales de aglomeraciones urbanas y, a pesar de las elevadas eficacias de eliminación de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) actuales, éstas siguen descargando al medio (a nivel mundial) entre 50.000 y 15 millones MP/día, lo que es inaceptable, ya que es una de las principales vías para su distribución al medio natural.

Para hacer frente a este reto se han planteado como afino del efluente de EDAR diversos sistemas de filtrado basados en tecnologías existentes. A pesar de ello, para su implantación a escala real, se precisan estudios más completos desde los puntos de vista técnico, económico y ambiental. Así, en este trabajo, se han evaluado dos tecnologías a escala piloto para la eliminación de MP de efluentes de EDAR: lechos de arena y membranas de ultrafiltración, que trataban en paralelo el efluente de una EDAR situada en la Comunitat Valenciana con una capacidad de tratamiento para 50.800 hab-eq.

La toma de muestras de MP se realizó según Ziajahromi et al. (2017. Water Research, 112, 93–99) y su conteo se realizó visualmente usando un estereomicroscopio, clasificándolos según morfología. Posteriormente, la composición química de los MP aislados se determinó con FTIR-ATR. La caracterización del efluente de la EDAR mostró una concentración de 2.26 ± 0.93 MP/L, compuesto mayoritariamente por polipropileno (56.1%) y polietileno (43.9%). La mayor parte de los MP tenían morfología de fragmento y fibras (65%) y fueron de un tamaño de entre 500 μ m y 100 μ m (<100-42.9%, 100-500-35%, >500-22.1%). Los rendimientos de las tecnologías utilizadas como afino fueron >75% y >99% para los lechos filtrantes y membranas de ultrafiltración respectivamente.

Palabras clave: agua residual, microplásticos; ultrafiltración.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido cofinanciada por la Agencia Valenciana de la Innovación (AVI), Generalitat Valenciana (España). También han colaborado la Entitat Pública de Sanejament d'Aigües Residuals de la Comunitat Valenciana (EPSAR) y la Mancomunidad Camp de Turia. Además, J. González-Camejo agradece al Ministerio de Universidades y NextGenerationEU por su apoyo vía la ayuda Margarita Salas.

Reducción de nitrato en fase acuosa mediante un reactor de membrana catalítico basado en catalizadores carbonosos de Pd-Sn

A. Mari¹, J.A. Baeza¹, L. Calvo¹ y M.A. Gilarranz¹

¹ Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. Dpto. de Ingeniería Química.

adrian.mari@uam.es

La contaminación de agua de consumo por NO_3^- supone un peligro tanto para la salud pública como para el medio ambiente. Por estos motivos, surge la necesidad de desarrollar técnicas que permitan una adecuada potabilización. Entre las técnicas de tratamiento que generan un mayor interés se encuentra la reducción catalítica con H_2 . Sin embargo, en la mayoría de los trabajos reportados en literatura las aguas tratadas presentan un elevado contenido de NH_4^+ , compuesto que se produce por la sobre-reducción de NO_3^- y que se encuentra regulado.

En el presente trabajo, se ha estudiado la reducción catalítica de NO_3^- empleando un reactor de membrana catalítico de flujo cruzado (FTCMR) que permite mejorar el control sobre la disponibilidad de H_2 . Se han empleado catalizadores bimetálicos Pd-Sn y Pd-Cu al 5 % (p/p) soportados sobre materiales carbonosos con distinta estructura y propiedades fisicoquímicas, tales como grafito, óxido de grafeno, nanofibras de carbono, carbón activado o negros de humo. Además, se formaron membranas catalíticas basadas en catalizadores de Pd-Sn mediante filtración al vacío a partir de suspensiones.

En la comparación directa entre los dos pares metálicos, realizada empleando reactores tipo slurry, se determinó que el Pd-Sn es más selectivo a NH_4^+ cuando hay control de la reacción química. Sin embargo, cuando controla la transferencia de H_2 los comportamientos se acercan, y el par Pd-Sn llega a ser menos selectivo a NH_4^+ en algunos casos. En los ensayos realizados con las membranas de Pd-Sn en el FTCMR, en el cual existe un mejor control de la transferencia de H_2 , se consiguió una disminución de la selectividad a NH_4^+ incluso con los catalizadores que generaban más NH_4^+ en los reactores tipo slurry, pero reduciendo la concentración de H_2 y sacrificando en parte la actividad. Sin embargo, con los catalizadores que ya eran poco selectivos a NH_4^+ se pudo trabajar en el FTCMR con una mayor concentración de H_2 , sin observar un aumento de selectividad a NH_4^+ , y en condiciones de actividad más favorables.

Palabras clave: materiales de carbono, catálisis, membranas catalíticas, reducción de NO_3^- .

Agradecimientos: Agencia Estatal de Investigación (RTI2018-098431-BI00, PRE-2019-088601).

SESIÓN 1CC – COMUNICACIONES

CORTAS I

Tratamiento biológico de las aguas residuales urbanas con humedales artificiales en el municipio de Montcarra, Francia

M. Dubost¹, N. Seyve¹, B. Guillouet¹, A. Sabanés² y D. Silvero²

¹ Serpol. ² Geoambient.
david.silvero@geoambient.es

Los humedales artificiales son un método eficaz, económico y sostenible para la depuración de las aguas residuales urbanas en poblaciones menores de 2000 habitantes equivalentes. Se basa en un tratamiento biológico aeróbico por medio de la instalación de plantas macrófitas como el carrizo (*Phragmites australis*) sobre una superficie estanca, diseñada a medida y provista de material granular a modo de filtro vertical y horizontal con presencia y proliferación de biomasa adherida al rizoma.

El municipio francés de Montcarra de 350 habitantes se ubica en la región de Ródano-Alpes, departamento de Isère, en el distrito de La Tour-du-Pin. Hasta el año 2020 presentaba un sistema de depuración de aguas residuales urbanas por medio de lagunajes, el cual fue sustituido por un nuevo y más eficiente sistema de depuración a través de la implantación de humedales artificiales. La capacidad y dimensionamiento del sistema de depuración se establece en 850 habitantes equivalentes con un caudal diario máximo de 208 m³/d y caudal punta de 77.4 m³/h. La carga contaminante del efluente de llegada es de 51 kg/d DBO₅, 102 kg/d DQO, 68 kg/d SS, 12.8 kg/d NTK y 1.4 kg/d P. El sistema de depuración consta de un aliviadero de tormenta limitado al caudal de llegada punta dimensionado y provisto de un by-pass, previo a un desbaste automatizado con desarenador incorporado para la retirada de gruesos y finos con el objetivo de realizar un eficiente tratamiento biológico posterior. La primera etapa del tratamiento consiste en un humedal artificial dividido en tres fases que operan alternativamente (una fase de alimentación para dos fases de reposo, a la velocidad de rotación cada 3 a 4 días). La primera etapa tiene como objetivo tratar principalmente materiales carbonosos (DBO₅ y DQO) y llevar a cabo una nitrificación parcial del efluente (transformación de NH₄⁺ en NO₃⁻). La alta retención de SS en la superficie de los filtros crea una capa de lodo que se acumula y mineraliza durante un período de 10 a 15 años, antes de ser retirado. La segunda etapa del tratamiento consiste en un humedal artificial dividido en 2 fases que operan alternativamente (una fase de alimentación para una fase de reposo, a la velocidad de rotación cada 3 a 4 días). La segunda etapa tiene como objetivo refinar el tratamiento de materiales carbonosos (DBO₅ y DQO), sólidos en suspensión y un aumento significativo de la nitrificación (transformación de NH₄⁺ en NO₃⁻). La calidad del efluente en la arqueta de muestreo a la salida del humedal artificial cumple con la normativa de vertidos autorizados en Francia establecida en 25 mg/l DBO₅, 125 mg/l DQO, 35 mg/l SS y 10 mg/l NH₄⁺ durante un periodo de monitoreo de 24 horas.

Palabras clave: Aguas residuales urbanas, humedal artificial, tratamiento biológico, sostenible.

Análisis del ciclo de vida ambiental y evaluación del impacto en la salud del consumo de agua potable en la ciudad de Barcelona

M. Garfi¹*, C.M. Villanueva^{2,3,4,5}, C. Milà^{2,3,4}, S. Olmos^{2,3,4}, C. Tonne^{2,3,4} e I. Ferrer¹

¹GEMMA - Group of Environmental Engineering and Microbiology, Department of Civil and Environmental Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC). c/ Jordi Girona, 1-3, Building D1, E-08034 Barcelona, Spain. Email: marianna.garfi@upc.edu ²ISGlobal, Barcelona, Spain ³CIBER epidemiología y salud pública (CIBERESP, Madrid), Spain ⁴Universitat Pompeu Fabra (UPF), Barcelona, Spain ⁵IMIM (Hospital del Mar Medical Research Institute), Barcelona, Spain

En Barcelona alrededor del 60% de la población consume agua embotellada. Las razones de este comportamiento no están claras, pero, en otros entornos parecidos, se deben a insatisfacción con las características organolépticas (sabor, olor, sabor), percepción de riesgo para la salud y desconfianza hacia la calidad del agua potable y creencias saludables sobre el agua embotellada. El consumo de agua embotellada es responsable de la generación de una gran cantidad de residuos plásticos. El objetivo principal de este estudio ha sido evaluar y comparar los impactos ambientales y en la salud asociados a las diferentes opciones de la producción de agua para el consumo humano en la ciudad de Barcelona. En particular, se han considerado 4 escenarios:

1. El 60% de la población consume agua embotellada y un 40% agua del grifo (escenario actual). 2. El 100% de la población consume agua del grifo. 3. El 100% de la población consume agua mineral embotellada (botella PET). 4. El 100% de la población consume agua del grifo filtrada con un filtro doméstico de carbón activado.

Los impactos en la salud debido al consumo de agua potable en los 4 escenarios, se estimaron con la metodología de la Evaluación del impacto en la salud. Se evaluó la incidencia de cáncer de vejiga atribuible a la exposición a trihalometanos (THM), considerando datos de encuestas sobre consumo de agua potable, niveles de THM, funciones de exposición-respuesta y años de vida ajustados por discapacidad (DALY). Los impactos ambientales se evaluaron con la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) considerando el consumo de recursos (productos químicos, plástico), energía y la generación de residuos para producir agua potable del grifo con y sin filtración y agua mineral embotellada. Los resultados mostraron que, el escenario en el que toda la población consume agua del grifo es responsable del menor impacto ambiental sobre los ecosistemas y los recursos naturales, mientras que el escenario en el que toda la población consume agua mineral embotellada es responsable de los impactos ambientales más altos (entre 1400 y 3500 veces más altos respecto el agua del grifo). El consumo de agua mineral embotellada y agua del grifo filtrada mostraron los impactos en la salud más bajos (entre 140 y 9 veces más bajos respecto el agua del grifo, respectivamente). En conclusión, los resultados sugieren que el aumento de la sostenibilidad debido al consumo de agua del grifo supera la reducción del riesgo de cáncer de vejiga debido al consumo de agua embotellada en Barcelona.

Palabras clave: Agua potable, Análisis de Ciclo de Vida; Evaluación del impacto en la salud; Agua mineral

Agradecimientos: Las autoras agradecen el Gobierno de Cataluña (2017 SGR 1029) y el Ministerio de Economía y Competitividad (RYC-2016 20059).

Proyecto LIFE INTEXT: Tecnologías Innovadoras Híbridas INTensivas-EXTensivas

I. Blanco, F. Rogalla, Z. Arbib, R. Cano y D. Amador*

*FCC Aqualia, Avenida Camino Santiago 40, E 28050 Madrid, Spain
ivan.blanco@fcc.es*

Entre 3 y 4 millones de habitantes de poblaciones inferiores a 2.000 habitantes equivalentes (HE) carecen aún de un adecuado tratamiento de las aguas residuales. Los sistemas EXTensivos, se plantean como la solución más adecuada debido a menores costes de operación y mantenimiento, pero tienen el inconveniente de requerir grandes superficies de terreno. El proyecto LIFE INTEXT liderado por Aqualia pretende dar solución a esta problemática mediante la combinación de tecnologías híbridas INTensivas y EXTensivas (o por simplicidad, tecnologías INTEXT).

Dos plataformas tecnológicas demostrativas compararán la eficacia de las tecnologías INTEXT en clima continental (EDAR de Talavera de la Reina, Toledo) y mediterráneo (Fundación CENTA en Carrión de los Céspedes, Sevilla).

En la **EDAR de Talavera**, se han instalado 16 tecnologías innovadoras que incluyen un pretratamiento anaerobio de flujo ascendente (UASB) con alimentación pulsada PUSH®; humedales artificiales verticales para el tratamiento de agua residual bruta, agua pretratada, tratamiento de fangos o clarificación de efluentes secundarios; humedales artificiales horizontales con aireación forzada; lagunas de microalgas; sistemas de biopelícula (filtro percolador, biofiltro); humedales flotantes y sistema aerobio granular complementados con sistemas de recuperación de nutrientes, desinfección solar y riego inteligente. El reacondicionamiento de humedales existentes se estudiará en la **Fundación CENTA** con humedales flotantes y verticales de única etapa que podrán compararse a otros sistemas ya existentes en CENTA.

Tras la puesta en marcha se podrá estudiar el rendimiento de estos sistemas y evaluar los principales objetivos del proyecto: (1) Validación de tecnologías, (2) Reducción del área (<1m²/HE), (3) Reducción de costes de inversión y mantenimiento, (4) Evaluación de la emisión de gases de efecto invernadero, (5) Evaluación de la eliminación de contaminantes emergentes, (6) Desinfección y reúso de agua, (7) Sistema de soporte a decisiones (DSS) basados en el análisis de ciclo de vida (ACV).

Palabras Clave: Aguas residuales; Pequeñas poblaciones; Recuperación de nutrientes; Sistemas basados en la naturaleza.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto LIFE INTEXT - LIFE18 ENV/ES/000233 con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Comisión Europea.

Evaluación y desarrollo de un sistema de gestión de geosmina en aguas de consumo humano

C. Espinosa^{1,2}, M. Abril¹, L. Llenas¹, E. Vega¹ y L. Proia¹

¹ Centro Tecnológico BETA, Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya, Vic, España ² Aigües de Vic S.A., Vic, España
esther.vega@uvic.cat

En las últimas décadas, se ha observado un incremento en la aparición de floraciones algales en sistemas de agua dulce (Ho et al., 2019. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1648-7>). Estas floraciones suelen ir asociadas a la presencia de compuestos tóxicos y/o compuestos que alteran las características organolépticas del agua. Entre estos últimos se encuentra la geosmina, metabolito producido por ciertas cianobacterias y actinobacterias que proporciona un olor y sabor terroso al agua, y que es detectable por el ser humano a bajas concentraciones (5 – 10 ng/L) (Espinosa et al., 2021. [10.3389/fmicb.2021.741750](https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.741750)). Para la eliminación efectiva de este compuesto es necesaria la aplicación de tratamientos básicos como la adsorción con carbón activado o avanzados, como la oxidación con ozono (Chong et al., 2018. <https://doi.org/10.3390/w10101396>). Sin embargo, el uso continuo de estos tratamientos tiene un coste elevado, sobre todo al considerar que la geosmina no está siempre presente en el agua a tratar. Todo ello supone una problemática importante para las empresas potabilizadoras, incapaces de predecir los episodios de geosmina y de aplicar el tratamiento adecuado antes de que esta llegue a los grifos de los consumidores. Este estudio busca dar solución a esta problemática, por un lado, desarrollando modelos predictivos de la presencia de geosmina en el río Ter (NE Cataluña, España), y por otro, optimizando su tratamiento de eliminación con carbón activo, ozono y permanganato. Durante 3 años, se generó una base de datos con variables fisicoquímicas y biológicas de la cuenca del río Ter, que se empleó para desarrollar diferentes aproximaciones predictivas. Uno de los modelos generados (a partir de una Red Neuronal Artificial + Análisis Discriminante Lineal) presentó una tasa de éxito del 87%, siendo además capaz de predecir concentraciones de geosmina inusualmente altas. En cuanto a los tratamientos evaluados, se observó que su capacidad de actuación está influida por la presencia de materia orgánica en el agua y que el ozono es el tratamiento que presenta la mejor tasa de eliminación ante condiciones de turbidez elevadas. Estos resultados suponen un avance en la gestión de la geosmina por parte de las empresas potabilizadoras, ya que la aplicación del modelo predictivo les permitirá aplicar el tratamiento adecuado a tiempo y proporcionar así agua de calidad de manera continua.

Palabras Clave: Carbón activo, Geosmina, Modelos predictivos, Ozono

Agradecimientos: Este proyecto ha sido financiado por las empresas Aigües de Vic S.A. y Aigües d'Osona S.A. También contó con la financiación del Consejo Europeo de Investigación (Programa H2020, INTCATCH, nº689341). LP recibió financiación del Programa de becas postdoctorales Beatriu de Pinós (nº801370). CE recibió financiación del Programa de becas postdoctorales Torres Quevedo (nºPTQ2020-011128).

Diseño e implementación de un modelo matemático en Epanet-MSX para predecir la formación de trihalometanos en redes de abastecimiento

A. Romay-Gainza^{1,2}, B. Elduayen-Echave^{1,2}, A. Fernández-Ferrero³, J. A. Maña⁴, J. I. Lombraña⁴ y E. Ayesa^{1,2}

¹ CEIT-Basque Research and Technology Alliance (BRTA). Manuel Lardizabal 15, 20018 San Sebastián, Spain. ² Universidad de Navarra, Tecnun. Manuel Lardizabal 13, 20018 San Sebastián, Spain. ³ Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia. Calle San Vicente, 8 Hall de entrada del Edificio Albia 1, 48001 Bilbao, España ⁴ Grupo IQEEMA, Dpto. de Ingeniería Química, Universidad del País Vasco UPV/EHU. 48940 Leioa, España
belduayen@ceit.es

La desinfección del agua con cloro genera subproductos de desinfección como los trihalometanos (THM), que han mostrado riesgo potencial para la salud humana. Debido a su toxicidad, el límite en el agua de consumo está establecido en 100 ppb. A pesar de que la formación de THM se lleva estudiando desde los años 70 del siglo pasado, su formación está afectada por múltiples factores (temperatura, materia orgánica disuelta, puntos de re-cloración o tiempo de residencia en el sistema de distribución, entre otros) por lo que resulta difícil prever con certeza la cantidad de THM presente en un agua de consumo ante posibles variaciones estacionales u operacionales. Esta dificultad, es aún mayor cuando se varía la fuente de agua bruta. Por todo esto, el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia ha puesto en marcha el proyecto CETHAP en el que la Universidad del País Vasco y el centro de investigación Ceit-BRTA colaboran para desarrollar modelos matemáticos capaces de predecir la formación de THM. Estos modelos permitirán optimizar los procesos de cloración en potabilizadoras y redes de abastecimiento.

En esta contribución, se presenta el diseño e implantación de un modelo matemático de formación de THM en el software Epanet-MSX, que es una extensión del software Epanet, ampliamente utilizado para el cálculo hidráulico en redes de abastecimiento. La extensión Epanet-MSX permite realizar simulaciones hidráulicas en redes y simultáneamente modelar la aparición y desaparición de distintas especies químicas en el agua. En el modelo matemático que aquí se presenta, se han incluido la formación de THM a partir de una fracción de materia orgánica de reacción rápida y otra de formación lenta, la desaparición de cloro libre en el medio o la desorción de THM debido a la aireación, entre otros mecanismos. Se han realizado simulaciones hidráulicas y de calidad del agua en la red de abastecimiento de aguas de Bizkaia. Los resultados obtenidos, a falta de una calibración rigurosa del modelo, son coherentes con las observaciones realizadas hasta la fecha.

Palabras clave: Trihalometanos, modelado matemático y redes de abastecimiento.

Agradecimientos: Los autores quieren agradecer al Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia (CABB) la financiación del proyecto y su disponibilidad y colaboración en el mismo.

Optimización del uso de procesos avanzados de oxidación para minimizar la formación de subproductos de desinfección en aguas potables

L. Ferràndez-Galceran¹, A. Cabrera-Codony¹, J. Suquet¹, M. Valentí¹, M.J. Martín¹, P. Agustí²,
M. Poch¹ y H. Monclús¹

¹ LEQUIA, Institute of the Environment, Universitat de Girona, Girona

² Fisersa de Serveis SA, Figueres, Girona

Las plantas potabilizadoras deben asegurar que toda la población recibe agua potable de alta calidad. La materia orgánica natural (MON) presente tiene un gran impacto en la calidad del agua, siendo además el precursor de la formación de subproductos, como trihalometanos (THM), formados por la reacción de la MON con el cloro empleado para la desinfección final del agua. La MON está formada por una gran variedad de compuestos de un gran rango de pesos moleculares, como ácidos hidrofílicos, proteínas o sustancias húmicas.

Tecnologías como los procesos avanzados de oxidación (PAO), entre ellos el ozono, se usan habitualmente para la oxidación de la MON, generando productos oxigenados de menor peso molecular que son más fácilmente biodegradables que los originales. La pre-oxidación con ozono del agua se asocia a la reducción de compuestos minerales, coloración, turbidez, olor y sabor desagradable en el agua. Además, se consigue reducir la cantidad de reactivos necesarios para los posteriores tratamientos de coagulación y floculación manteniendo su eficacia. Por su parte, el uso de radiación ultravioleta es una posible estrategia de desinfección del agua que puede contribuir a reducir las dosis de compuestos clorados necesarias para garantizar la reducción de los riesgos microbiológicos durante la distribución en la red de agua potable.

Este estudio analiza el uso de ozono y radiación ultravioleta (UV) en una planta de tratamiento de agua potable en la provincia de Girona. El tren tratamiento a escala real incluye ozonización, coagulación-floculación-sedimentación, adsorción en carbón activo y radiación UV antes de la cloración. La energía requerida para los PAO constituye el 30% del consumo energético de la planta, por lo que el objetivo de este trabajo es la optimización de los procesos para asegurar la máxima calidad del agua, reduciendo riesgos químicos asociados a la formación de subproductos de desinfección (SPDs) y riesgos microbiológicos, manteniendo o incrementando la eficiencia del tren de tratamiento.

Palabras Clave: Materia orgánica natural, Subproductos desinfección, Tecnologías de oxidación

Agradecimientos: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Gobierno de España: Retos de la Sociedad (CTM2017-83598-R & PID2020-112615RA-I00). Ministerio de Ciencia e Innovación: Programa Ramon y Cajal (RYC2019-026434-I; Hèctor Monclús), Programa Juan de la Cierva-Incorporación (IJC2020-045964-I; Alba Cabrera). Generalitat de Catalunya: becas predoctorales Doctorat Industrial con la empresa FISERSA (Laura Ferràndez) IF-AGAUR (Meritxell Valentí).

SESIÓN 2CC – COMUNICACIONES
CORTAS II

Degradación de compuestos fenólicos naturalmente presentes en el alperujo mediante digestión anaerobia en régimen semicontinuo

S. Correa¹, F. G. Feroso² y I. Ferrer¹

¹ *Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech (UPC). Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Grupo de Ingeniería y Microbiología del Medio Ambiente (GEMMA).* ² *Instituto de la Grasa, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Departamento de Biotecnología de los Alimentos. Grupo de Bioprocesos Aplicados a la Economía Circular*

sandra.correa@upc.edu

La producción de aceite de oliva es una actividad de gran importancia en toda la cuenca del Mediterráneo y en particular en España, principal productor a nivel mundial, donde el sistema de producción más extendido actualmente es el de dos fases. A pesar de los beneficios que presenta frente al sistema de tres fases, se generan 4 toneladas de alperujo por cada tonelada de aceite producido, siendo el alperujo un residuo con una alta concentración de materia orgánica por lo que resulta potencialmente contaminante.

La digestión anaerobia del alperujo es una alternativa que permite la estabilización de este residuo y la recuperación de energía en forma de biogás. Sin embargo, el alto contenido en compuestos aromáticos y en especial en polifenoles se ha identificado como principal causa de la inhibición anaerobia (Monlau, F., et al (2014). *Biotechnology Advances*, 32, 934-951). El uso de pretratamientos térmicos es habitual para mejorar la digestibilidad del residuo (Caroca, E., et al. (2021). *Waste Management*, 120, 202-208), pero requiere un gran gasto energético y disminuyen la rentabilidad económica del proceso.

En este trabajo se ha estudiado la digestión anaerobia en régimen semicontinuo del alperujo sin ningún pretratamiento previo con el objetivo de analizar el nivel y la capacidad de degradación de los compuestos polifenólicos naturalmente presentes en el residuo. Se ha comparado la digestión de alperujo y la co-digestión con purín de cerdo y se ha analizado la evolución tanto de los polifenoles totales como individuales presentes en los reactores a lo largo del tiempo, así como el impacto de diferentes cargas orgánicas en la capacidad de los microorganismos para degradar estas sustancias.

Palabras clave: Alperujo, co-digestión, digestión anaerobia, polifenoles, purines.

Agradecimientos: Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del proyecto 4BIOLIVE (PRIMA). Sandra Correa agradece su beca predoctoral FISDUR de la Generalitat de Catalunya

Identificación de compuestos volátiles y evaluación de la población microbiana en la valorización de residuos agroindustriales mediante digestión anaerobia

A. Trujillo-Reyes^{1*}, A. Serrano^{2,3}, A. G. Pérez¹, M. Peces⁴ y F.G. Feroso¹

¹Instituto de la Grasa, CSIC, Campus Universitario Pablo de Olavide – Ed. 46, Ctra. De Utrera, km. 1, Sevilla, España

²Instituto del Agua, UGR, Granada, 18071, España ³Departamento de Microbiología, Facultad de Farmacia, UGR, Campus de Cartuja s/n, Granada, 18071, España ⁴Dep. of Chemistry & Bioscience, Aalborg University, Fredrik Bajers Vej 7H, 9220 Aalborg, Denmark

atrujillo@ig.csic.es

Entre el 18 y el 30% de las frutas y verduras que llegan a los mercados mayoristas acaban siendo desechados, generando un problema importante de gestión de residuos (Mozhiarasi, V., (2022). *Chemosphere*, 288, 132604). Estos residuos de frutas y verduras pueden degradarse rápidamente debido a su alto contenido en humedad y materia orgánica fácilmente biodegradable. La digestión anaerobia podría valorizar estos residuos permitiendo la obtención de energía y biofertilizantes. Sin embargo, es necesario profundizar en cómo se afectaría la estabilidad del proceso por variables como el tamaño de partícula y la composición de estos sustratos que dependen de la estacionalidad de los productos vegetales. En este trabajo se estudió la digestión anaerobia en reactores continuos de residuos generados en mercados mayoristas de Amán (Jordania) y Sfax (Túnez) en otoño e invierno (AWM). La mezcla AWM fue troceada en 4 y 10 mm para evaluar la influencia del tamaño de partícula. Durante la experimentación, se estudió la interrelación de la variación de la población microbiana y la identificación de compuestos volátiles respecto a la variación de la velocidad de carga orgánica (VCO). El rendimiento de metano fue de 254 ± 8 y 229 ± 11 mL CH₄/g SV (sólidos volátiles) con una VCO de 1 g SV/(L·d) para 4 y 10 mm, respectivamente. Esta VCO resultó claramente estable, observándose poca influencia debido al tamaño de partícula. Cuando la VCO aumentó a 3 g SV/(L·d), el sistema se desestabilizó, observándose una alta acumulación de ácidos grasos volátiles. Asimismo, se identificó la acumulación de fenchona, compuesto con propiedades antibacterianas y antimicrobianas presente en hojas de hinojo y zanahoria (Mota, A.S., et al (2015). *Natural Product Communications*, 10(4), 673-676). El proceso de desestabilización a una VCO de 3 g SV/(L·d) resultó además en una drástica reducción de las arqueas metanogénicas en el digestor, tanto en abundancia relativa como en diversidad de especies.

Palabras clave: Bioprocesos, mercado mayorista, monoterpenos, residuos de frutas y verduras, tamaño de partícula.

Agradecimientos: A los autores les gustaría agradecer al proyecto CEOMED" número A_B.4.2_0058, financiado bajo el programa ENI CBC MED 2014-2020, por financiar esta investigación. Esta investigación también fue financiada por el Ministerio de España de Economía, Industria y Competitividad mediante el proyecto PID2020-116698RB-100. El Dr. Antonio Serrano agradece a la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía su beca Emergia (EMERGIA20_00114).

Uso de fango aeróbico granular para el tratamiento de agua residual de la industria agroalimentaria

A. Rosa-Masegosa¹, B. Muñoz-Palazon^{1,2}, E. M. Vilchez-Moya¹, A. Monteoliva-García³, A. Gonzalez-Martínez¹ y J. González-López¹

¹ Instituto del Agua, Universidad de Granada. ² Università degli Studi della Tuscia, Viterbo Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche. ³ Estudios Técnicos VICENOR S.L., Granada.
aurorarm@ugr.es

Cortijo Cuevas S.L. es una industria que se encuentra en Láchar (Granada) y está especializada en el preparado y envasado de fruta. Sus aguas residuales se caracterizan por una elevada carga orgánica, sólidos en suspensión (SS) y pH ácido. Tras las dificultades encontradas durante su tratamiento, se recurrió a la tecnología de fango granular aeróbico (AGS), descrita como altamente resistente y robusta.

AGS consiste en una biopelícula dispuesta en una matriz tridimensional, que se desarrolla formando agregados densos y compactos en forma de gránulos. Esa compactación genera un gradiente de nutrientes y oxígeno desde las capas externas hasta el interior, lo que permite que en un mismo gránulo haya diferentes nichos (aeróbico, anóxico y anaeróbico), diversidad metabólica, y, por tanto, que en una misma cámara se elimine materia orgánica, nutrientes y otros contaminantes (Nancharaiiah and Reddy, 2018, doi: 10.1016/j.biortech.2017.09.131). Igualmente, su estructura compacta mejora la tolerancia a altas cargas orgánicas y compuestos tóxicos en comparación con otras tecnologías, además de suponer un ahorro económico y energético (Rosa-Masegosa et al., 2021, doi: [10.3390/w13131792](https://doi.org/10.3390/w13131792)). En este estudio se trató el agua residual de Cortijo Cuevas S.L. mediante la tecnología AGS, con el objetivo de alcanzar óptimos rendimientos de eliminación de materia orgánica y cumplir los requisitos de vertido.

El influente mostró concentraciones de DQO muy variables en el rango 24.000-7200 mgO₂-L⁻¹, mientras que la carga de nutrientes (P y N) era muy baja en relación a la DQO. Los resultados indicaron un rendimiento de eliminación de un 40 al 73% de DQO, a pesar de la escasez de N y P. La eliminación de los sólidos en suspensión varió de 59 al 95%. La integridad de los gránulos no se vio comprometida a pesar de la alta concentración de SS, y una vez aclimatado, la retención de biomasa fue alta. Durante los primeros días de operación, el diámetro granular disminuyó notablemente, pero este hecho se vinculó con mayor compactación.

Los resultados postulan al sistema AGS como una robusta tecnología con una resistencia y homeostasis para el tratamiento de aguas con alta carga orgánica y SS, así como baja carga de nutrientes, con valores de eliminación muy exitosos.

Palabras clave: agua residual industrial, alta carga orgánica, fango aeróbico granular.

Agradecimientos: a GEDAR por el suministro de muestras y apoyo técnico para la realización del proyecto.

Valorisation of primary sludge by hydrothermal liquefaction

J. Cheikhwafa, K. Glinska, E. Torrens y C. Bengoa

Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Enginyeria Química, Avinguda dels Països Catalans 26, E-43007 Tarragona
christophe.bengoa@urv.cat

WWTP primary sludge is obtained during primary treatment after thickening. It has a high organic content that it can be easily valorised to new molecules and energy. Hydrothermal liquefaction (HTL) can effectively depolymerise macromolecular compounds under high temperature and pressure without drying (Deng, W., et al. (2019). *Journal of Cleaner Production*, 209, 236-249). The objective is to study the conversion of primary sludge through HTL process and characterise all the obtained products.

Work was performed in a 1 L stainless steel autoclave with 500 g of primary sludge from EDAR of Reus. Operating conditions were temperature of 240, 270, 300 and 340°C; reaction time of 30 minutes; stirring rate was always of 100 rpm. Separation of products allowed to obtain gaseous phase, bio-oil, aqueous phase, and biochar. Then bio-oil was separated into oils and asphaltenes. A complete characterisation of products was realised.

Table 1. Effect of temperature on the product yields. Time of reaction: 30 min and stirring speed: 100 rpm. All percentage values are calculated on TS basis.

Temperature (°C)	Bio-oil		
	Oils (%)	Asphaltenes (%)	HHV (MJ/kg)
240	22.7	12.5	30.2
270	23.9	15.6	29.7
300	24.0	13.7	32.6
340	17.5	17.5	1.80

The highest yield of oils (24.0%) was obtained when the temperature was 300°C. An increase in temperature does not imply an improvement in the production of oils, but in that of asphaltenes. This is due to the presence of reactions of polymerisation and recombination at temperatures over 300°C. The HHV of bio-oil reaches the maximum at 300°C. As the HHV of primary sludge is near 9.8 MJ/kg, the increment after HTL is considerable. As operative conditions must be optimised, these first results are encouraging.

Keywords: WWTP, Primary sludge, Bio-oil, Hydrothermal Liquefaction.

Aknowlegments: Generalitat de Catalunya, contratación de personal investigador novel (2019 FI-B 00743); Universitat Rovira I Virgili (2017PFR-URV-B2-33). The work is co-financed by the ERDF of the European Union through the Catalonia Operational Programme 2014-2020 and is part of the Territorial Specialisation and Competitiveness Project (PECT) "Cuidem el que ens uneix".

Sobrenadante de digestión anaerobia seca como fuente de nitrógeno para la producción de biomasa algal

S. Greses¹, E. Tomás-Pejó¹ y C. González-Fernández¹

¹ IMDEA Energía. Unidad de Procesos Biotecnológicos. Móstoles, Madrid (España)

silvia.greses@imdea.org

La digestión anaerobia seca (DA-S) genera un sobrenadante con un elevado contenido en amonio y turbidez. Esto dificulta la recuperación del nitrógeno (N) de este efluente mediante procesos biológicos (p.ej. cultivo de microalgas) y hace que generalmente no sea tenido en cuenta dentro del marco de bioeconomía circular. El objetivo de este estudio fue demostrar la viable recuperación de N del sobrenadante de DA-S en forma de biomasa algal. Para tal fin, se realizó un diseño de experimentos factorial para evaluar el efecto del amonio y la turbidez sobre el cultivo de microalgas. Este estudio en reactores en discontinuo demostró que el amonio exhibe un mayor potencial de inhibición que la turbidez, siendo un componente crítico para la producción de biomasa algal en este tipo de corrientes. Por el contrario, el carácter orgánico de la turbidez presente en sobrenadantes de DA-S fue positivo para el crecimiento de *Chlorella*, promoviendo una elevada tasa de fijación de N y producción de microalgas. Tal es así que, con una concentración de amonio de 350 mg NH₄⁺-N L⁻¹ y una turbidez de 175 NTU (mayores que los límites de inhibición reportados en bibliografía), se alcanzó una recuperación de N del 98,7% en forma de biomasa algal. El escalado del proceso a un fotobio reactor operado en continuo con un tiempo de retención hidráulico de 10 días dio lugar a una recuperación del 100% del N y una alta producción de biomasa algal. Este resultado demostró que, elevados tiempos de residencia y alta turbidez fomentaban la adaptación de *Chlorella* a un efluente de alta carga en N, dando lugar a una elevada tasa de recuperación de N y de producción de biomasa algal. Este estudio reveló tanto el componente crítico para el cultivo de microalgas (amonio) como la relación óptima de amonio-turbidez para maximizar la productividad de microalgas. Con ello se demostró la viabilidad del uso del sobrenadante de DA-S para la recuperación de nutrientes y producción de biomasa algal que puede ser posteriormente valorizada en forma de bioproductos y bioenergía.

Palabras clave: Adaptación de microalgas; amonio; digestión anaerobia seca; recuperación de nutrientes; turbidez

Agradecimientos: Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad mediante RYC2019-027773-I, y por la Comunidad de Madrid a través del proyecto ALGATEC-CM (P2018/BAA-4532), cofinanciado por el Fondo Social Europeo y los Fondos Europeas para el Desarrollo Regional. ERANET Cofund también financió la investigación a través del proyecto BIOGASMENA (ERANETMED2-72-026), cofinanciado por el Ministerio Español de Ciencia e Innovación.

SESIÓN 3CC – COMUNICACIONES

CORTAS III

Sedimentación de microplásticos procedentes de una planta de tratamiento de aguas

C. Solís-Balbín, D. Sol, A. Laca, A. Laca y M. Díaz

Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medioambiente, C/ Julián Clavería s/n, 33006, Oviedo, España. Grupo de investigación Tecnología de Bioprocesos y Reactores (TBR)
lacaadriana@uniovi.es

Los microplásticos (MPs) ocasionan un problema medioambiental evidente, ya que no solo se acumulan en el ambiente, sino también en la comida, en el aire, en el agua e incluso en la fauna (Sol, D., et al. (2021), Appl. Sci., 11(21), 10109). Independientemente de la vía de exposición, la clara toxicidad de los MPs queda patente, ya que pueden provocar estrés oxidativo, citotoxicidad y translocación a otros tejidos, mientras que su naturaleza persistente limita su eliminación de los órganos (Sol, D., et al. (2020), Sci. Total Environ., 740, 140016). Resulta pues muy importante conocer el comportamiento de los diferentes tipos de partículas durante los procesos de tratamiento, así como en el medio ambiente acuoso, sobre todo con MPs reales. En particular, la evolución de partículas en medio acuoso bajo efecto de la gravedad es un problema común en muchas de estas situaciones, por lo que se requiere conocer este comportamiento en función del tipo de plástico, su tamaño y forma.

En la presente comunicación, se ha estudiado la sedimentación en condiciones estáticas de MPs procedentes de una planta de tratamiento de aguas, que han sido previamente separados en un trabajo preliminar de nuestro grupo de investigación (Menéndez-Manjón, A., et al. (2022), Appl. Sci., 12(4), 2133). Los experimentos se han llevado a cabo en una columna de metacrilato de 1.5 m de altura y 8.7 cm de diámetro, haciendo una toma de muestra en tres zonas: superficial, central y base de la columna. La evolución con el tiempo se ha estudiado en función de las formas más predominantes (fibras y fragmentos) y del tamaño (20-5000 μm). En los experimentos realizados, al cabo de 30 minutos, el 64% de las partículas desaparecen en la zona superficial mientras que la concentración de estas permanece constante en la zona intermedia. En la zona inferior la concentración de fibras y fragmentos aumenta, obteniéndose valores 4 y 2 veces respectivamente mayor que la inicial. El estudio del impacto del tamaño en la zona superficial muestra que las partículas menores de 250 μm se reducen menos que las demás, pasando del 63% al 73%, mientras que se reduce su porcentaje, del 69% al 50% en la zona inferior, y del 66% al 35% en la zona intermedia.

Palabras clave: Microplásticos, sedimentación, separación, fibras, fragmentos.

Biodegradabilidad y toxicidad de sustancias prioritarias: clorfenvinfós, pentaclorofenol y simazina

M. Lloréns, M.I. Aguilar, J.F. Ortuño, V.F. Meseguer, A.B. Pérez-Marín y R. Iniesta

Universidad de Murcia. Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación: Tecnología del Agua.

llorens@um.es

En el ámbito de la política de aguas de la Unión Europea (UE), se consideran sustancias prioritarias aquéllas que presentan un riesgo significativo para el medio acuático o la salud humana, por ser tóxicas, persistentes o bioacumulables. En la normativa española, la relación de sustancias prioritarias reguladas se recoge en el anexo IV del Real Decreto 817/2015 (BOE núm. 219, de 12 de septiembre de 2015, páginas 80582 a 80677).

La principal fuente de entrada de estos compuestos en el medio acuático son las aguas residuales, por lo que se ha considerado de interés estudiar el efecto de tres sustancias prioritarias sobre el fango activo de una EDAR. Las sustancias escogidas son: clorfenvinfós, pentaclorofenol y simazina.

Los experimentos se realizaron en modo estático, en un respirómetro BMT de Surcis, S.L., midiéndose la velocidad de consumo de oxígeno disuelto (OUR) en el licor mezcla contenido en el vaso del respirómetro. El fango utilizado para realizar los ensayos se aireó durante 24 h para conseguir condiciones endógenas. La concentración de sólidos en suspensión volátiles del fango fue de 4 g/L.

A partir de los ensayos en modo estático se midió el OUR total y endógeno para diferentes concentraciones de clorfenvinfós, pentaclorofenol y simazina. El efecto sobre la actividad de las bacterias heterótrofas se determinó por comparación con la velocidad de consumo de oxígeno de una disolución de acetato de sodio. Se realizaron ensayos con la misma concentración de acetato de sodio y diferentes concentraciones de clorfenvinfós (1,35-28 mg/L), pentaclorofenol (0,2-2 mg/L) y simazina (0,1-1 mg/L). Para ver el efecto de estos compuestos sobre la actividad de las bacterias autótrofas, se utilizó cloruro amónico en vez de acetato sódico. Los resultados indican que, para el rango de concentraciones estudiadas, la presencia de estos compuestos no inhibe la actividad de las bacterias heterótrofas y autótrofas del fango activo.

Con el fin de comprobar si estos compuestos pueden ser biodegradados por las bacterias heterótrofas del fango activo, se realizó una serie de experimentos en los que no se adicionó acetato de sodio. Pentaclorofenol y clorfenvinfós presentaron una ligera biodegradabilidad, y simazina no presentó biodegradabilidad. Ninguno de los tres compuestos presentó toxicidad para las bacterias heterótrofas del fango activo.

Palabras clave: Biodegradabilidad, respirometría, sustancias prioritarias, toxicidad.

Efecto de la temperatura en la digestión anaerobia de purines: biogás y emergentes

S. Zahedi^{1,2}, M. Gros^{2,3}, M. Petrovic^{2,3}, J.L. Balcazar^{2,3} y M. Pijuan^{2,3}

¹Instituto de la Grasa, Spanish National Research Council (CSIC), Campus Universitario Pablo de Olavide– Ed. 46, Ctra. de Utrera, km. 1, Seville 41013, Spain ²Catalan Institute for Water Research (ICRA), C. Emili Grahit 101, 17003 Girona, Spain

² Universitat de Girona, Girona, Spain
szahedi@ig.csic.es

En los últimos años la carne de cerdo se ha ido incrementado significativamente. Este aumento está ligado a un incremento de purines, así como de la agricultura intensiva, que a su vez está relacionado con un empeoramiento de la calidad del aire, agua y suelo. Otro de los riesgos de este tipo de residuos es la presencia de restos de residuos farmacéuticos (PhAcs) de uso veterinario que promueven la proliferación de genes de resistencia a antibióticos. Dentro de las tecnologías disponibles para el tratamiento de los purines destaca la digestión anaerobia (DA) por su capacidad para generar energía renovable y uno de los parámetros que más afecta al proceso de biometanización es la temperatura. Por eso el objetivo de esta investigación se centró en evaluar el efecto de la temperatura en la digestión anaerobia de purines con un doble objetivo: producción de metano y degradación de emergentes (26 PhAcs de uso veterinario y 5 genes de resistencia a antibióticos (ARGs)). Se evaluaron los rangos de temperatura más habituales en la DA (mesofílico y termofílico) y la pasteurización (70 °C 1 hora) previa y posterior al proceso mesofílico de DA. Los ensayos se realizaron en batch. Los resultados mostraron que el tratamiento mesofílico presentaba unas mayores producciones de metano con respecto al rango termofílico y que la pasteurización no mejoró la biometanización del purín. Por otro lado, los resultados de los análisis de emergentes mostraron que el rango termófilo era el más efectivo para eliminar residuos PhAcs de uso veterinario y que la pasteurización previa al tratamiento mesofílico mejoraba las eliminaciones de ARGs.

Palabras clave: Digestión anaerobia, purín, residuos de medicamentos de uso veterinario, temperatura.

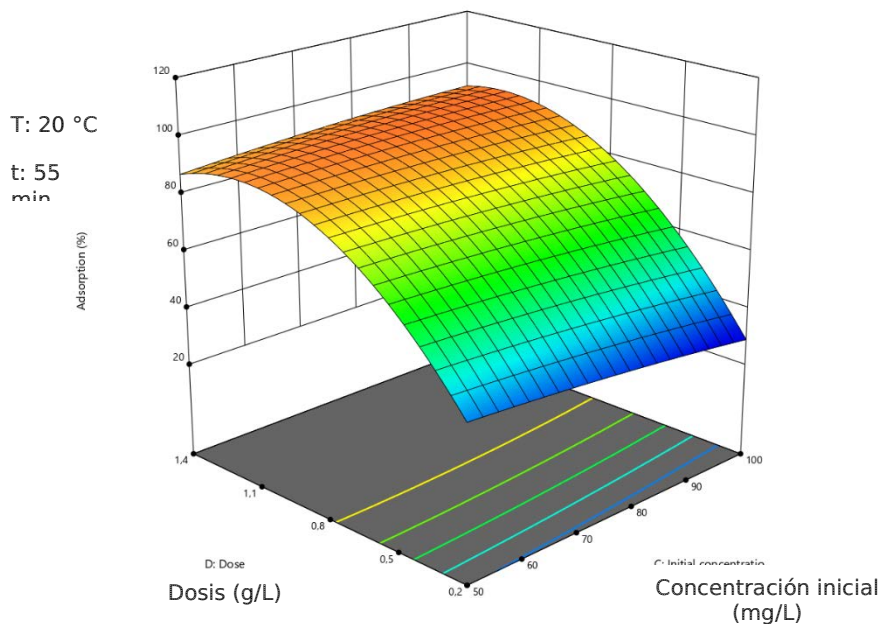
Agradecimientos: Ministerio de Ciencia e Innovación (IJCI-2017-33248 y Proyecto PID2019-110346RB-C22).

Producción de carbones activados a partir de la cáscara del fruto del Argán y su utilización para la eliminación de Diclofenaco y Cafeína

B. Bouhcain¹, D. Carrillo², R. Mateos², M. Hassani Zerrouk¹ y A. Morán²

¹ Laboratory of Research and Development in the Sciences of the Engineer, TEBVB, FSTH, Faculty of Sciences & Technologies Al Hoceima, Abdelmalek Essaadi University, Tetouan, Morocco. ² Grupo de Ingeniería Química, Ambiental y Bioprocesos (IQUIMAB), Avda. de Portugal 41, Universidad de León 24071, España

El objetivo del presente trabajo es obtener un carbón activado a partir de cáscaras de frutos de argán, para estudiar la adsorción de dos contaminantes emergentes como son la Cafeína y el Diclofenaco. El incremento en el uso del aceite de argán ha impulsado una alta producción de estas cáscaras que es considerado actualmente como un subproducto de la agricultura sin ningún valor económico significativo y que tienen un alto contenido lignocelulósico lo que permite un alto potencial para su uso como materia prima para la producción de carbones activos. En este sentido se preparó un carbón activado a partir de cáscaras de frutos de argán mediante activación química utilizando ácido fosfórico H_3PO_4 . Se realizaron experimentos en batch para evaluar la capacidad de adsorción de cafeína y diclofenaco de una solución acuosa usando este carbón activo. Las pruebas de adsorción mostraron que el tiempo de equilibrio es de 60 y 90 minutos para Diclofenaco y Cafeína, respectivamente. La mayor capacidad de adsorción determinada por el modelo matemático de Langmuir es de unos 126 mg/g para el Diclofenaco y de 210 mg/g para la Cafeína. Los parámetros termodinámicos asociados al sistema absorbente/adsorbato estudiado indican que el proceso de adsorción es espontáneo y exotérmico para el diclofenaco y endotérmico para la cafeína.



Representación de superficie de respuesta para la adsorción de cafeína.

SESIÓN PÓSTERES I

Actividad desarrollada por la unidad tratamientos solares de agua en la plataforma solar de Almería

A. Ruiz-Aguirre¹, S. Nahim-Granados¹, S. Miralles-Cuevas, M. J. Abeledo-Lameiro, A. Ruiz-Delgado, M.I. Polo-López¹, I. Oller¹ y S. Malato¹

¹ Grupo red META. Plataforma Solar de Almería (CIEMAT), Ctra. de Senés km.4, 04200 Tabernas, Almería
alba.ruiz@psa.es. <http://www.psa.es/es/areas/tsa/index.php>

La búsqueda de alternativas al uso de agua dulce procedente de fuentes naturales, así como, el intento de evitar su contaminación y paliar el estrés hídrico existente, han propiciado el desarrollo de actividades como las técnicas avanzadas de tratamiento de aguas residuales. Los Procesos Avanzados de Oxidación (PAOs) han demostrado ser eficientes tanto para el tratamiento de aguas residuales de muy diferente composición conteniendo contaminantes biorrecalcitrantes o tóxicos, como para la inactivación de patógenos. La capacidad de tratamiento deriva de la generación de radicales hidroxilos (*OH), no selectivos y con un alto poder oxidativo. La mayoría de los PAOs hacen uso de una combinación entre oxidantes y radiación, incluyendo en algunos casos, catalizadores (fotocatálisis). Sin embargo, a pesar de su efectividad y ventajas, la mayoría de estos procesos presentan altos costes de operación, principalmente asociados a la alta demanda de energía (lámparas UV, generación de ozono, electro-oxidación). Así, el uso de energía solar como fuente de radiación puede impulsar la viabilidad de estos procesos. Sin embargo, su implantación comercial es todavía muy baja debido a los bajos estándares de calidad contemplados aún por la normativa aplicada al tratamiento de aguas residuales. Durante las últimas tres décadas, la unidad de Tratamientos Solares de Agua (TSA) de la Plataforma Solar de Almería (PSA) ha investigado la utilización de la radiación solar en procesos fotoquímicos a temperatura ambiente para el tratamiento de aguas, y más recientemente en la producción de fotocombustibles o fotosíntesis selectiva.

Las líneas de investigación desarrolladas actualmente en la unidad TSA son:

- Fotocatálisis solar (heterogénea y homogénea) para tratamiento de aguas y su reutilización en agricultura.
- Desinfección solar de agua residual tratada y potabilización de agua.
- Combinación de tecnologías avanzadas para el tratamiento de aguas residuales complejas
 - o industriales (floculación/coagulación, UV/H₂O₂, ozonización, sistemas biológicos de lecho fijo/tanque agitado, nanofiltración y electro-oxidación).
- Diseño y ensayo de nuevos reactores solares.
- Evaluación de la eficiencia de nuevos fotocatalizadores.
- Producción fotocatalítica de hidrógeno y otros combustibles solares.
- Síntesis química (oxidación fotocatalítica selectiva).

Palabras clave: Descontaminación, desinfección, procesos avanzados de oxidación, hidrógeno, radiación solar y reutilización.

Colectores solares de bajo coste para el tratamiento de agua fabricados mediante impresión 3D

M. Martín-Sómer, J. Moreno-SanSegundo, C. Álvarez-Fernández, R. van Grieken y J. Marugán

Departamento de Tecnología Química y Ambiental, ESCET, Universidad Rey Juan Carlos, C/Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid, España

Las tecnologías solares constituyen una excelente alternativa para el tratamiento de agua en países de bajos ingresos donde la pobreza de gran parte de la población dificulta su acceso a agua segura. Desde un punto de vista técnico, el uso de colectores parabólicos compuestos (CPC) se ha consolidado en las últimas décadas. Sin embargo, el costo relativamente alto del proceso de manufacturación de estos colectores los hace difíciles demasiado caros en las regiones más empobrecidas. Este trabajo presenta el desarrollo de colectores solares tipo CPC y PTC de bajo coste mediante la impresión 3D de su estructura y posterior recubrimiento con materiales reflectantes reciclados. Además, se utilizó hardware de código abierto para controlar el funcionamiento del sistema, incluido un sistema LED UV complementario para compensar el funcionamiento en condiciones de baja radiación solar. Respecto a los materiales reflectantes ensayados, se obtuvo la máxima eficiencia cuando se utilizó una lámina adhesiva de aluminio con una eficiencia del 80% frente a un CPC comercial fabricado en aluminio anodizado de alta calidad. A su vez el coste de este sistema tan solo supuso el 20 % respecto al CPC comercial. Por otra parte, la incorporación de un sistema de seguimiento solar de bajo coste en un reactor PTC impreso supuso eficiencias de hasta un 300% respecto al CPC comercial, siendo el coste 4,5 veces menor. Finalmente, se validó con éxito el sistema de compensación LED, permitiendo operar con una capacidad de tratamiento constante independientemente de la nubosidad presente. En conclusión, los colectores desarrollados son sistemas solares de tratamiento de agua de alto rendimiento con un costo de inversión significativamente menor que los comerciales, lo que los hace asequibles en todo el mundo.

Eliminación de carbamazepina, diclofenaco y venlafaxina en aguas depuradas mediante fotocátalisis solar empleando $\text{TiO}_2/\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$

J. Fenoll¹, M. Aliste^{1,2}, G. Pérez-Lucas², A. El Aatik² y S. Navarro²

¹ Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA). Estación Sericícola. 30150. La Alberca (Murcia). ² Universidad de Murcia. Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología. Campus Universitario de Espinardo. 30100, Murcia.

jose.fenoll@carm.es

La reutilización de aguas depuradas es una práctica cada vez más empleada debido a la escasez de agua, especialmente en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, este uso puede tener consecuencias negativas, dado que las plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales no son capaces de eliminar totalmente algunos contaminantes orgánicos. Por tanto, es necesaria la aplicación de tecnologías eficaces, económicas y sólidas para eliminar estas sustancias de las aguas contaminadas. Numerosos trabajos han demostrado que los procesos de oxidación avanzada pueden ser una solución a este problema, debido a la elevada capacidad oxidante y baja selectividad de los radicales hidroxilo (HO^\bullet) formados en estos procesos. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar la eficacia de la fotocátalisis solar heterogénea mediante el uso de dióxido de titanio (TiO_2) y la adición de un agente oxidante, como el persulfato ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$) para acelerar la degradación de diferentes contaminantes emergentes (carbamazepina, diclofenaco y venlafaxina) en aguas depuradas biológicamente. El agua residual, con una concentración comprendida entre 51,8 y 86,2 ng mL^{-1} , para venlafaxina y carbamazepina, respectivamente, fue introducida en una EDAR modular AT-8 (August, España). A continuación, el influente fue sometido a un tratamiento biológico, obteniendo un efluente con una concentración de estos compuestos comprendida entre 19,3 y 85,3 ng mL^{-1} para venlafaxina y carbamazepina, respectivamente. Finalmente, este efluente fue sometido a diferentes tratamientos fotocatalíticos para lograr su degradación completa a una irradiación (H) de 4000 kJ m^{-2} . Los valores de H necesarios para obtener un 90% (H_{90}) de degradación estuvieron comprendidos entre 64 y 110 kJ m^{-2} para diclofenaco y carbamazepina, respectivamente. Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados obtenidos ponen de manifiesto la efectividad de los procesos fotocatalíticos para eliminar residuos de fármacos en aguas de depuración biológica, especialmente la fotocátalisis solar heterogénea empleando $\text{TiO}_2/\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$.

Palabras clave: Agua residual, contaminantes emergentes, degradación, fotocátalisis heterogénea.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto PID2019-106648RB-I00/AEI/10.13039/501100011033). Los autores también quieren expresar su agradecimiento a los técnicos de laboratorio H. Jiménez, J. Cava, I. Garrido, M.V. Molina, E. Molina y I. Fernández.

Microwave-assisted sol-gel synthesis of TiO₂ in the presence of halogenhydric acids. Characterization and photocatalytic activity.

F. Puga¹, J.A. Navío¹, C. Jaramillo-Páez², P. Sánchez-Cid¹ and M.C. Hidalgo¹

¹Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, Centro Mixto Universidad de Sevilla-CSIC, Américo Vespucio 49, 41092 Sevilla, Spain.²Departamento de Química, Universidad del Tolima, Barrio Santa Elena, Ibagué, Colombia.

felpugmar@alum.us.es

Heterogeneous photocatalysis is an Advanced Oxidation Technology (AOT) which has been the subject of a huge amount of studies related with environmental remediation. Most of the studies have been related to the use of TiO₂ as photocatalyst. Titanium dioxide (TiO₂) is a pigment of great interest in many fields of research and has many actual and potential applications. We report the synthesis of mesoporous TiO₂ nanosheets is reported using Ti(IV) Isopropoxide as Ti(IV) precursor. A sol-gel process combined with microwave activation is used. Three different halogenhydric acids (HX), were used to peptise the sol: HF(ac), HCl (ac) and HBr (ac). The three obtained TiO₂-I(HX) samples were characterized by XRD, XRF, N₂-adsorption, SEM, TEM, DRS and XPS. The three synthesized samples have high values of specific surfaces (between 100 m²/g and 200 m²/g) and similar band gap values (3.2-3.3 eV). The analysis of the surface composition by XPS confirms the presence of the halogenated species (F, Cl or Br) on the surface of each ones of the samples. The nanometric size (ca 5 nm) of the particles for each of the three samples was confirmed by XRD and by TEM. On the other hand, the nature of the halogenated acid used plays a role in the composition of the phases. While the TiO₂-I (HF) sample was 100% anatase, the other samples turned out to be biphasic, showing anatase/rutile in the TiO₂-I(HCl) sample and anatase/brookite in the TiO₂-I(HBr) sample. The samples were tested under two illumination conditions (UV and visible light) using rhodamine B and caffeine. The indirect role of the halide agent on the photocatalytic activities thereof is discussed. Our results corroborate that the presence of different halide agents in TiO₂ leads to different (mechanistic-) photoassisted degradations depending on the nature of the substrate and/or the lighting conditions.

Keywords: Caffeine; dyes; halide anions; photocatalysis; titanium dioxide

Acknowledgements: The Authors thank the general research services of the CITIUS/University of Seville (Spain). Felipe Puga is grateful for the funding by Scholarships Chile, from the National Commission for Scientific and Technological Research (CONICYT, Chile). Technical assistance (Gloria Gutierrez) from the research support services (Mass Spectrometry Service of the Institute of Chemical Research (unit 824861, IIQ, CSIC-US, Seville, Spain) is acknowledged. We also appreciate the help provided by Dr. Juan M. Benito (IIQ, CSIC-US) in the interpretation of the results obtained with the ESI-MS technique.

Estabilidad de Pd-Sn/Al₂O₃ en la reducción catalítica de nitrato

I. Sanchis, E. Díaz, J.J. Rodríguez y A.F. Mohedano

Departamento de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Madrid, Ctra. Colmenar Viejo km 15, 28049, Madrid.
elena.diaz@uam.es

La reducción catalítica de nitrato (RCN) tiene como finalidad la transformación del NO₃⁻ a N₂, empleando catalizadores bimetalicos soportados (Al₂O₃, TiO₂, entre otros) constituidos por un metal noble (Pd, Pt) y uno de transición (Cu, Sn, In), usando, preferentemente H₂ como agente reductor. La formación indeseada de NH₄⁺ y la desactivación de los catalizadores en el tratamiento de aguas naturales se presentan como retos a superar de cara a la implementación del tratamiento. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de la actividad y estabilidad de un catalizador de Pd-Sn soportado en Al₂O₃ para el tratamiento de aguas contaminadas por nitrato. El catalizador se preparó mediante impregnación secuencial usando Na₂PdCl₄ seguido de SnCl₂ para obtener una concentración de 1,5-1 % en peso de Pd-Sn, respectivamente. Los experimentos se llevaron a cabo en un reactor de lecho fijo, con un tiempo espacial de 13,8 kg_{cat} h/mol, empleando las siguientes soluciones: W0 (100 mg/L NO₃⁻), A (100 mg/L NO₃⁻; 7,3 mg/L Cl⁻; 22,6 mg/L SO₄²⁻; 255,1 mg/L HCO₃⁻), B (100 mg/L NO₃⁻; 2,6 mg/L SO₄²⁻; 8,9 mg/L HCO₃⁻) y C (100 mg/L NO₃⁻; 169,8 mg/L Cl⁻; 39,1 mg/L SO₄²⁻; 244,0 mg/L HCO₃⁻). La Figura 1 recoge los principales resultados. La actividad del catalizador se mantuvo estable durante 50 h en el tratamiento del agua W0. Sin embargo, cuando el agua contenía otros iones disueltos se observó una disminución progresiva de la actividad del catalizador, especialmente en el caso del agua A. El HCO₃⁻ influyó negativamente en la actividad del catalizador, sin embargo, la presencia de Cl⁻ o SO₄²⁻ minimizó el efecto negativo HCO₃⁻ (aguas B y C). En relación con la selectividad a NH₄⁺, la presencia de sales disueltas provocó una disminución de la relación N/H en la superficie del catalizador, lo que favoreció la producción de NH₄⁺ en todos los casos. De esta manera, resulta necesario profundizar en el papel del soporte para mejorar tanto la estabilidad como la selectividad de los catalizadores.

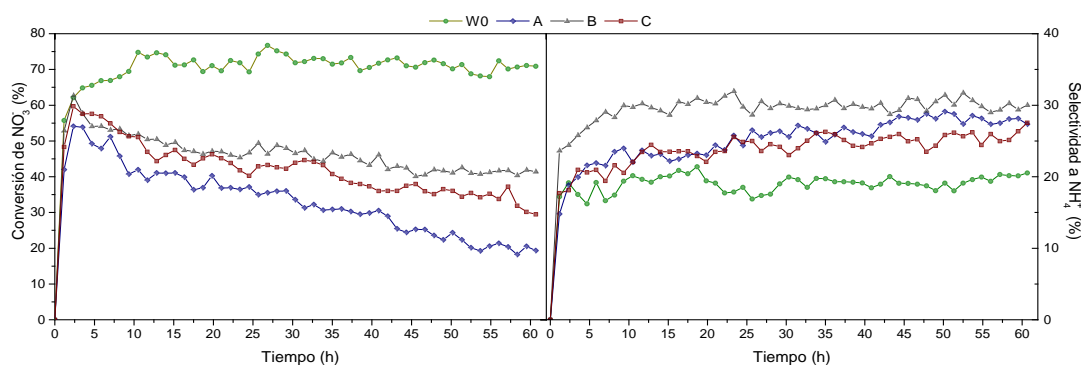


Figura 1. Conversión de NO₃⁻ y selectividad a NH₄⁺ obtenida con Pd-Sn/Al₂O₃

Palabras clave: Desnitrificación, reducción catalítica, desactivación.

Agradecimientos: CM (BIOTRES-CM, S2018/EMT-4344).

Nuevos materiales plásticos para la fabricación de recipientes SODIS

Á. García-Gil, M.D. Molina-Ramírez, R.A. García-Muñoz y J. Marugán

Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid. Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. GIQA
angela.garcia.gil@urjc.es

Generalmente, los recipientes para la desinfección solar de agua (SODIS) se fabrican con polietileno tereftalato (PET), el cual impide la transmisión de la radiación UVB, las longitudes de onda solares más energéticas y las principales en la fotoinactivación solar de virus y protozoos. El uso de recipientes fabricados con otros materiales puede mejorar la eficacia de desinfección, pero debe ser económicamente viable en poblaciones de bajos ingresos, donde se lleva a cabo el proceso SODIS. En este contexto, el material del recipiente SODIS, además de tener buenas propiedades ópticas (transmisión de radiación UV), también debe presentar buenas propiedades mecánicas, las cuales influyen directamente en la durabilidad del recipiente. Ambas propiedades están estrechamente relacionadas con la resistencia a la intemperie, que, en definitiva, afectan a la relación durabilidad/coste y a la eficacia del proceso de inactivación de los patógenos.

Este trabajo tiene como objetivo el estudio y la selección de materiales plásticos alternativos más adecuados para la fabricación de recipientes SODIS, que aumenten la eficacia del proceso asegurando largos tiempos de vida del recipiente.

Inicialmente, debido a su baja estabilidad, se descartaron el poliestireno (PS), el cloruro de polivinilo (PVC) y el polietileno (PE). Aunque el polipropileno (PP) también presente escasa fotoestabilidad, sí fue seleccionado debido a su bajo coste, a su transmisión UVB y a la posibilidad de añadir estabilizadores UV. También se seleccionó el policarbonato (PC) y el polimetilmetacrilato (PMMA) por su gran fotoestabilidad y sus buenas propiedades ópticas. Para poder comparar dichos materiales con el plástico estándar en SODIS, también se estudió el PET. A continuación, se llevó a cabo un estudio exhaustivo del efecto del envejecimiento en las propiedades de los plásticos seleccionados previamente que están siendo utilizados en procesos SODIS actualmente implantados en campo (PET, PMMA, PP y PP con 1% en peso de estabilizador UV). El PET y el PP mostraron los índices de desinfección más bajos debido a que el PET no transmite radiación UVB, y a que, en el PP, ésta se redujo drásticamente por el envejecimiento en tan solo 2 meses. El PP con un 1% de estabilizador UV y el PMMA mostraron las mejores propiedades ópticas y tasas de desinfección, sin signos de degradación significativa después de 9 meses para el PP+1% (recomendado para recipientes portátiles) y, al menos, 1 año para el PMMA (recomendado para dispositivos estáticos). Dicho estudio demuestra las ventajas de considerar nuevos materiales para la fabricación de recipientes SODIS.

Palabras clave: SODIS, envejecimiento, durabilidad, fotoestabilidad, eficacia.

Agradecimientos: WATERSPOUTT project (GA 688928) y PANIWATER project (GA 820718).

Síntesis de fotocatalizadores inspirados en sistemas biológicos para tratamiento de aguas

C. Sotelo-Vázquez y J. Marugán

¹ Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Tecnología Química y Ambiental ESCET
carlos.sotelo@urjc.es

El último informe de 2019 de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre acceso a agua potable, higiene y sanidad dio a conocer que más de 884 millones de personas carecen de acceso a depósitos de agua potable. (WHO, *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017*) En consecuencia, se ha producido un gran incremento en la investigación de sistemas de tratamiento de agua, entre las que la fotocatálisis es una de las más prometedoras debido a su alta eficiencia, bajo coste de implementación e inocuidad. Los avances científicos en el campo de la fotocatálisis, se han centrado en el desarrollo de materiales fotocatalíticos nanocompuestos, p. ej. mediante la combinación de semiconductores con nanopartículas de metales nobles, derivados del grafeno, etc. (Li, H. et al. (2007), JACS, 129, 4538-39) Desafortunadamente, su eficiencia fotocatalítica está obstaculizada por su baja durabilidad, así como por basarse en suspensiones de nanopartículas.

Recientemente, la tecnología fotocatalítica se ha centrado en el estudio de materiales nanoestructurados. (Wang, H. et al. (2014) Chemical Society Reviews, 43, 5234-44) Estos materiales favorecen la formación de huecos cerca de la superficie, promocionando su difusión y eficiencia fotocatalítica. Adicionalmente, también se ha demostrado que el uso de sistemas de óxidos de metal estructurados basados en capas favorecen la difusión de cargas fotogeneradas (electrón-hueco) a través del perímetro de la heterounión, inhibiendo su recombinación e incrementando la eficiencia. (Moniz, S. et al. (2015), Energy & Environmental Science, 8, 731.59)

En este trabajo, se presentará el diseño y síntesis de dos materiales fotocatalíticos inspirados en sistemas biológicos. En primer lugar, se presentará la síntesis de nano-agujas puntiagudas de ZnO para producir *CicadaWing-like* ZnO PCTs. Estos materiales facilitarán un doble ataque, mecánico y fotocatalítico, frente a la degradación de microorganismos. Por otro lado, también se presentará la síntesis de un sistema hetero-unión nanoestructurado de WO₃/TiO₂ para producir *Seaweed-like* PCTs. Este sistema ha mostrado una alta eficiencia fotocatalítica, alcanzando el valor más alto para un recubrimiento de capa fina frente a la degradación de ácido esteárico.

Palabras clave: Bio-fotocatalizadores, ciencia de los materiales, deposición química de vapor, técnicas avanzadas de oxidación, tratamiento de aguas.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación científica del proyecto HYSOLCHEM a través del programa H2020 FET Proactive (GA 101017928) de la Unión Europea. Carlos Sotelo-Vazquez también agradece la financiación científica a la Comunidad de Madrid a través del Programa de Atracción de Talento Investigador (2019).

Bioproductos y bioenergía a partir de biomasa de microalgas cultivadas en agua residual en un contexto de biorrefinería

E. Ruales¹, M. Garfí¹, C. Gómez², C.V. González-López², F. G. Ación² e I. Ferrer¹

¹ Universitat Politècnica de Catalunya. Dpto. Ingeniería Civil y Ambiental. GEMMA – Grupo de Ingeniería y Microbiología del Medio Ambiente ² Universidad de Almería. Dpto. de Ingeniería Química.
evelyn.ruales@upc.edu

Desde un enfoque de biorrefinería de microalgas, la extracción de bioproductos de alto valor añadido (biopesticidas, bioestimulantes, pigmentos, bioplásticos) a partir de microalgas y la producción de bioenergía a partir de la biomasa residual, podría permitir obtener mayores ingresos económicos y ambientales mejorando la viabilidad del proceso (Sarma, S., et al. (2021). *3 Biotech* 11, 378). Además, el uso de aguas residuales como medio de cultivo mejoraría la sostenibilidad del proceso, al mismo tiempo que proporcionaría saneamiento (ODS nº 6). En esta investigación se han evaluado las operaciones posteriores de transformación de la biomasa microalgal para la extracción de productos de alto valor (biopesticidas y bioestimulantes), seguido de la producción de biogás con intención del aprovechamiento integral de la biomasa microalgal. Adicionalmente, se ha evaluado la co-digestión con lodos primarios para incrementar la producción de biogás a partir de la biomasa residual. La biomasa de microalgas se cosechó de una laguna de alta carga a escala piloto (12.6 m³, 80 m²) que actúa como tratamiento secundario de una planta de tratamiento de agua residual en Almería (España). Se inoculó con *Scenedesmus* spp. obteniendo una productividad de biomasa de 23 g m⁻².día⁻¹. La influencia de los procesos de refinamiento aplicados sobre las propiedades fisicoquímicas y la biodegradabilidad anaerobia de la biomasa de microalgas se estudió a través de ensayos a escala de laboratorio en reactores batch empleando el test de Potencial Bioquímico de Metano (PBM) bajo condiciones mesófilas (35 °C). Los resultados evidenciaron la alta producción de metano de los ensayos de mono digestión de biomasa de microalgas después de la extracción de biopesticidas (518 NmLCH₄ gSV⁻¹) en comparación con la biomasa de microalgas crudas (303 NmLCH₄ gSV⁻¹) y lodos primarios (317 NmLCH₄ gSV⁻¹). Tras la co-digestión, el rendimiento de metano aumentó un 22% después de la extracción de biopesticidas y la cinética de degradación aumentó un 14% después de la extracción de bioestimulantes. En base a estos resultados, al combinar la extracción de biopesticidas y bioestimulantes para su reutilización agrícola junto con la producción de biogás a partir de biomasa residual, no solo obtendríamos compuestos de valor añadido, sino también más energía (alrededor de un 5-10% más), en comparación con la recuperación de biogás únicamente, en línea con estudios previos (Arashiro, L., et al. (2020). *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 8 (29), 10691-10701). En este enfoque, los bioproductos con valor añadido proporcionarían rentabilidad económica, mientras que el biogás aliviaría la demanda energética de la biorrefinería, que a su vez proporcionaría saneamiento a la población, avanzando hacia una bioeconomía circular.

Palabras clave: Agua residual, biogás, bioproductos, economía circular, microalgas.

Agradecimientos: Este trabajo se financió gracias al proyecto AL4BIO “RTI2018-099495-B-C21” (MCIU/AEI/FEDER, UE). E. Ruales agradece a la Generalitat de Catalunya su beca FISDUR (2020 FISDU 00592). M. Garfí agradece al Ministerio de Economía y Competitividad su ayuda (RYC-2016-20059).

Sistema foto-Fenton asistido por LEDs-UVC que cumple con los nuevos objetivos de calidad para la reutilización del agua (EU 2020/741)

N. Pichel¹, T.B. Benzaquén², P. Soriano-Molina¹, M.G. Pinna-Hernández¹, J.L. Casas López¹ y J.A. Sánchez Pérez¹

¹ Universidad de Almería. Dpto. Ingeniería Química. Centro de Investigación en Energía Solar (CIESOL), Centro mixto Universidad de Almería-CIEMAT, Ctra. De Sacramento s/n, Almería 04120, España

² Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ), UTN-CONICET, Córdoba, Argentina
nataliapichelccamb@gmail.com

Este trabajo compara el efecto de sistemas de oxidación avanzada, basados en la generación de HO[•] y SO₄^{•-}, mediante proceso foto-Fenton asistido por LEDs-UVC, para la eliminación simultánea de microcontaminantes y microorganismos a pH neutro. Además, estudia su viabilidad como tratamiento terciario según los nuevos objetivos de desinfección establecidos en el reglamento EU 2020/741.

Mediante experimentos en 'batch', se evaluó la inactivación de *Escherichia coli* y *Clostridium perfringens*, así como la eliminación del neonicotinoid acetamiprid (ACTM) en el efluente de la EDAR de El Toyo (Almería), a diferentes condiciones experimentales, utilizando H₂O₂ y S₂O₈²⁻ como oxidantes, y el complejo Fe³⁺-NTA como fuente de hierro. La radiación UVC se identificó como el factor dominante en la desinfección. El S₂O₈²⁻ presentó mayor actividad de desinfección, sin embargo, solamente contribuyó en un 20% a la eliminación de ACTM. También se observó que a medida que se aumentó la concentración de Fe³⁺-NTA, la degradación de ACTM mejoró, pero, por el contrario, la eficiencia de desinfección disminuyó. Por lo tanto, las condiciones que beneficiaron a la desinfección, dificultaron la descontaminación y viceversa. Como resultado de un compromiso entre descontaminación y desinfección, se seleccionó el oxidante H₂O₂ (1.47 mM) y Fe³⁺-NTA (0.05 mM) con 30 min de tiempo de residencia hidráulico (TRH) para la operación en flujo continuo, ya que se alcanzaron ambos objetivos, desinfección y eliminación de microcontaminantes.

Para la operación en flujo continuo, se arrancó en modo 'batch' durante 30 min, alcanzando el límite de detección (1 UFC/100mL) para *E. coli* y *C. perfringens*, y un 37% de descontaminación, pasando luego a flujo continuo con un TRH de 30 min. En estado estacionario, la concentración de *E. coli* fue ≤10 UFC/100 mL y *C. perfringens* ≤10² UFC/100 mL. Por lo tanto, se sugiere operar el sistema en modo secuencial, con ciclos de 30 min, para alcanzar los límites requeridos en el reglamento EU 2020/741.

Este trabajo demuestra la aplicación de foto-Fenton asistido por LEDs-UVC como tratamiento terciario para desinfección y eliminación simultánea de contaminantes emergentes, cumpliendo con los nuevos indicadores de calidad establecidos en el reglamento EU 2020/741 para la reutilización segura del agua.

Palabras clave: pH neutro, regeneración de aguas, riego agrícola, tratamiento terciario.

Agradecimientos: Proyecto LIFE Phoenix (LIFE19 ENV/ES/000278). N. Pichel, Ministerio de Ciencia e Innovación (contrato FJC2019-042533-I). T.B. Benzaquén, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina). P. Soriano-Molina, Programa Operacional ESF Andalucía 2014-2020 (contrato DOC_00544).

Efecto del CO₂ en el crecimiento de *Chlorella vulgaris* en cultivos mixtos de aguas residuales urbanas e industriales

A. Belaiba¹, S. Sánchez² y G. Hodaifa^{1,2}



¹Universidad Pablo de Olavide, Depto. Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica, Área de Ingeniería Química, Ctra. Utrera km 1, ES-41013 Sevilla, España; tel. +34954978206, email: ghodaifa@upo.es ²Chemical, Environmental and Materials Department, University of Jaén, University Institute for research in Olives and Olive-Oils, Es-23071 Jaén, Spain

En los últimos treinta seis años las concentraciones de CO₂ en la atmósfera se han aumentado elevándose hasta un 20% (345 a 415 mg/L). Este incremento ha implicado varios impactos ambientales negativos, como el incremento del efecto invernadero y la acidificación de los océanos. Varios intentos se han llevado a cabo para abordar esta problemática, pero con altos costes y poca sostenibilidad lo que genera una cierta preocupación. Los cultivos de microalgas presentan una solución sostenible ya que se puede captar eficazmente el CO₂ y los nutrientes presentes en las aguas, tales como el nitrógeno y el fósforo y la biomasa generada es transformable en productos de altos valores añadidos tales como los biocombustibles, bioplástico, bioestimulantes, ... En este trabajo, se ha evaluado el efecto de diferentes concentraciones de CO₂ (1, 5, 10 y 20% v/v) en la producción de la biomasa de *Chlorella vulgaris* y la biorremediación de mezclas de aguas residuales. Los experimentos se han desarrollado a escala de laboratorio en fotobiorreactores de 1 L de capacidad tipo tanque agitado. Las condiciones comunes de operaciones han sido pH = 9, agitación mecánica 200 rpm, velocidad de suministro de aire 0,5 L/min, intensidad de iluminación 359 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y luz continua artificial. Los resultados experimentales han determinado valores máximos en el cultivo con el 5% (v/v) de CO₂ para la velocidad específica máxima de crecimiento igual a 0,030 h⁻¹ y los siguientes valores para las productividades en biomasa (0,0350 g/(L h)), en lípidos totales (0,0015 g/(L h)), en carbohidratos (0,0080 g/(L h)) y en proteínas (0,00088 g/(L h)).

Palabras clave: *Chlorella vulgaris*, CO₂, Biomasa algal, Biorremediación.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y por la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad, de la Junta de Andalucía, en marco del programa operativo FEDER Andalucía 2014-2020. Objetivo específico 1.2.3. «Fomento y generación de conocimiento frontera y de conocimiento orientado a los retos de la sociedad, desarrollo de tecnologías emergentes») en marco del proyecto de investigación de referencia UPO-1260312 “Revalorización y reutilización de efluentes gaseosos (gases de combustión "CO₂") y líquidos (aguas residuales urbanas e industriales) mediante el uso de Tecnologías Avanzadas de Oxidación y producción de biomasa algal de alto valor añadido”. Porcentaje de cofinanciación FEDER 80%. También, agradecer la Universidad Pablo de Olavide por la financiación mediante los proyectos puentes competitivos del plan nacional de investigación con cargo al Plan Propio de Investigación y Transferencia 2018-2020 (Rf^a: PPI1904), Ref.: RTI2018-101875-B-C22 según Resolución.



Tratamiento terciario de aguas residuales mediante foto-Fenton solar

P. Soriano-Molina¹, E. Gualda-Alonso¹, N. Pichel¹, S. Belachqer-El Attar¹, D. Rodríguez-García¹, J.L. García Sánchez¹, J.L. Casas López¹ y J.A. Sánchez Pérez¹

¹ Universidad de Almería. Dpto. Ingeniería Química. Centro de Investigación en Energía Solar (CIESOL), Centro mixto Universidad de Almería-CIEMAT. Ctra. de Sacramento s/n, Almería, 04120, España.

paula.soriano@ual.es

Por primera vez se ha implementado el proceso foto-Fenton solar como tratamiento terciario a escala demostrativa para la regeneración de aguas residuales. Esta tecnología ambientalmente sostenible pretende cumplir con la nueva regulación europea (EU 2020/741) sobre los requisitos mínimos para la reutilización del agua que, además de endurecer las normas sobre desinfección, destaca la necesidad de prestar atención a un grupo de compuestos denominados contaminantes emergentes (CC.EE.), que no se eliminan con los tratamientos convencionales. Con este fin, se construyó un reactor tipo *raceway* de 100 m² de superficie en la EDAR *El Bobar*, ubicada en la ciudad de Almería.

Para la operación en flujo continuo, el efluente secundario se pretrata en un tanque de 5 m³, donde se acidifica con H₂SO₄ hasta un pH cercano a 2,8. El efluente pretratado se bombea al reactor, donde se adicionan los reactivos mediante bombas dosificadoras. En base a estudios previos en modo *batch*, se estableció un tiempo de residencia hidráulico de 60 min para la operación del reactor con 10 y 18 cm de profundidad de líquido en invierno (18 W/m² de irradiancia UVA promedio) y verano (35 W/m²), respectivamente. Las concentraciones de reactivos son 1,47 mM de H₂O₂ y 0,1 mM de FeSO₄. Considerando que se debe alcanzar un equilibrio entre el tiempo de mezcla y el consumo de potencia, se seleccionó una velocidad de circulación de 0,19 m/s para 10 cm y 0,33 m/s para 18 cm. Finalmente, el agua tratada a pH ácido se neutraliza a la salida, en flujo continuo, mediante un filtro de carbonato de calcio, aumentando el pH a 6,5, valor adecuado para el riego de la mayoría de cultivos.

Tras dos campañas de toma de muestras en invierno y verano, la inactivación de *Escherichia coli* está dentro del objetivo EU 2020/721 (≤ 10 UFC/100 mL). Respecto a los CC.EE, se han detectado unos 100 compuestos, como productos farmacéuticos, antibióticos, plaguicidas y opioides, alcanzándose eliminaciones del 85% y 80% de la carga total, con 10 y 18 cm, respectivamente. Para estas condiciones, las capacidades de tratamiento estimadas son de 80 m³/día en invierno y 144 m³/día en verano para 8 horas diarias de operación. Estos resultados destacan el potencial del tratamiento foto-Fenton solar para su aplicación a gran escala.

Palabras clave: agua residual, bacteria, escala demostrativa, microcontaminante, tratamiento terciario

Agradecimientos: Proyecto LIFE ULISES, financiado por la Unión Europea en virtud del Acuerdo de Subvención No. LIFE18 ENV/ES/000165, y Proyecto UAL18-BIO-A033-B, financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, Universidad de Almería (UAL/CECEU/ERDF). P. Soriano-Molina, contrato de investigación (DOC_00544) financiado por el Fondo Social Europeo de Desarrollo Regional. N. Pichel, Ministerio de Ciencia e Innovación, Programa Juan de la Cierva contrato FJC2019-042533-I.

Nueva estrategia de foto-Fenton solar para la regeneración de aguas residuales basada en la adición simultánea de H₂O₂ y NaClO

S. Belachqer-El Attar¹, P. Soriano-Molina¹, N. Pichel¹, D. Rodríguez-García¹ y J.A. Sánchez-Pérez¹

¹ Universidad de Almería. Dpto. Ingeniería Química. Centro de Investigación en Energía Solar (CIESOL), Centro mixto Universidad de Almería-CIEMAT. Ctra. de Sacramento s/n, Almería, 04120, España.
sbe146@ual.es

El nuevo reglamento europeo relativo a la reutilización de aguas residuales para riego agrícola (UE 2020/741) incluye más restricciones que el reglamento español en vigor (RD 1620/2007). Por lo tanto, urge desarrollar alternativas sostenibles a los tratamientos terciarios convencionales. El proceso foto-Fenton solar en flujo continuo empleando nitrilotriacetato férrico (Fe³⁺-NTA) es una opción con gran potencial para la eliminación de microcontaminantes. Cuando se aplica para la desinfección y descontaminación simultánea de efluentes secundarios de estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR), la desinfección es el paso limitante por requerir mayores tiempos de tratamiento que la eliminación de microcontaminantes. De ahí que, para aplicaciones a gran escala, surja la necesidad de investigar alternativas que reduzcan el tiempo de tratamiento asociado a la desinfección.

Este trabajo presenta, por primera vez, una nueva estrategia de foto-Fenton solar basada en el suministro simultáneo de peróxido de hidrógeno (H₂O₂) e hipoclorito de sodio (NaClO) utilizando Fe³⁺-NTA como fuente de hierro para la regeneración de aguas residuales en reactores tipo *raceway* operados en flujo continuo. Para ello, se estudió la eficiencia del tratamiento para la inactivación de *Escherichia coli* (*E. coli*) y la eliminación de microcontaminantes en efluentes reales de EDAR dopados con el plaguicida imidacloprid (IMD), como microcontaminante modelo. Los ensayos se realizaron en un reactor tipo *raceway* de 10 cm de profundidad (80 L), con un tiempo de residencia hidráulico de 60 min y 20 W/m² de irradiancia UVA. Las concentraciones de reactivos fueron 1,47 mM de H₂O₂, 0,134 mM de NaClO y 0,1 mM de Fe³⁺-NTA.

Se alcanzó el 59% de degradación de IMD y una reducción de 3 unidades log₁₀ de *E. coli*, cumpliendo con el objetivo de desinfección establecido en la regulación EU 2020/721 (≤ 10 UFC/100 mL). Además, no hubo recrecimiento de *E. coli* después de 24 h. Las concentraciones de los reactivos en estado estacionario fueron 1,14 mM de H₂O₂ y 0,054 mM de hierro total disuelto y la concentración de cloro libre residual fue inferior a 0,1 mg/L. La viabilidad operativa de esta estrategia se ha demostrado a escala de piloto, destacando su gran potencial como nuevo tratamiento terciario, por lo que se llevará a escala demostrativa en el seno del proyecto PDC2021-121772-I00.

Palabras clave: foto-Fenton, flujo continuo, reutilización de aguas residuales.

Agradecimientos: Los autores agradecen la contribución del proyecto ANUKIS (PDC2021-121772-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR). S. Belachqer-El Attar agradece al Fondo Europeo de Desarrollo Regional, Universidad de Almería (UAL/CECEU/ERDF) a través del proyecto UAL18-BIO-A033-B. P. Soriano-Molina agradece a la Junta de Andalucía su contrato de investigación (DOC_00544) financiado por el Fondo Social Europeo de Desarrollo Regional. N. Pichel agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación, Programa Juan de la Cierva contrato FJC2019-042533-I.

Modelo mecanístico del proceso foto-Fenton solar con Fe³⁺-NTA

E. Gualda-Alonso¹, D. Rodríguez-García¹, J.L. García Sánchez¹, J.L. Casas López¹ y J.A. Sánchez¹

¹ Universidad de Almería. Dpto. Ingeniería Química. Centro de Investigación en Energía Solar (CIESOL), Centro mixto Universidad de Almería-CIEMAT. Ctra. de Sacramento s/n, Almería, 04120, España.

elizabeth.gualda@ual.es

Por primera vez, se ha propuesto un modelo mecanístico del proceso foto-Fenton solar con nitrilotriacetato férrico (Fe³⁺-NTA) en función de la temperatura, geometría del reactor (profundidad de líquido) e irradiancia, para la eliminación de microcontaminantes en efluentes secundarios de estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR). El modelo integra las diferentes vías de reacción del Fe³⁺-NTA: descomposición térmica a pH neutro, Fenton y foto-Fenton solar.

Para la obtención de los parámetros cinéticos, se emplearon los datos de eliminación del plaguicida imidacloprid (IMD, 100 µg/L) en un efluente secundario sintético con 0,1 mM de Fe³⁺-NTA y 1,47 mM de H₂O₂. El plan experimental a escala de laboratorio se llevó a cabo en dos etapas: en primer lugar, se evaluó el efecto de la temperatura (15, 25, 35 y 45 °C) en las reacciones térmicas (descomposición del Fe³⁺-NTA a pH neutro y reacción de Fenton). Posteriormente, se realizaron ensayos de foto-Fenton a 25°C en reactores de mezcla perfecta colocados en un simulador solar, variando la irradiancia UVA (10, 20, 30 y 40 W/m², en el rango de longitud de onda 327 – 384 nm) y la profundidad del líquido (5, 15 cm). Los parámetros del modelo se estimaron mediante balances de materia a cada una de las especies del sistema asumiendo la hipótesis de mezcla perfecta y operación en modo *batch*. Para minimizar la función objetivo, se utilizó la herramienta de optimización de MATLAB.

Los parámetros cinéticos obtenidos a escala de laboratorio se utilizaron para validar el modelo en planta piloto en un reactor tipo *raceway* de 10 cm de profundidad, con un cambio de escala de 0,84 L a 80 L. El modelo predijo con éxito el consumo de reactivos y la eliminación de IMD, siendo el error cuadrático medio 4,6%, 4,4% y 4,2% para Fe³⁺-NTA, H₂O₂ e IMD, respectivamente.

El modelo propuesto puede ser extrapolado a otros microcontaminantes y tipos de efluentes, sintonizando los valores de las constantes cinéticas, y su aplicación se puede extender a la operación en flujo continuo. Resulta, por lo tanto, de gran utilidad para el diseño y optimización de la operación de reactores tipo *raceway*.

Palabras clave: Irradiancia, microcontaminante, modelo cinético, proceso de oxidación avanzada, tratamiento terciario

Agradecimientos: Se agradece la contribución del proyecto LIFE ULISES, financiado por la Unión Europea en virtud del Acuerdo de Subvención No. LIFE18 ENV/ES/000165.

Influencia de la mezcla en un reactor tipo *raceway* de 100 m² sobre el proceso foto-Fenton solar para la regeneración de efluentes de EDAR

E. Gualda-Alonso¹, P. Soriano-Molina¹, J.L. García Sánchez¹, J.L. Casas López¹ y J.A. Sánchez¹

¹ Universidad de Almería. Dpto. Ingeniería Química. Centro de Investigación en Energía Solar (CIESOL), Centro mixto Universidad de Almería-CIEMAT. Ctra. de Sacramento s/n, Almería, 04120, España.
elizabeth.gualda@ual.es

Los reactores tipo *raceway pond reactor* (RPR, por sus siglas en inglés), generalmente utilizados para el cultivo de microalgas, han surgido como una alternativa que mejora la competitividad del proceso foto-Fenton solar como tratamiento terciario de efluentes secundarios de EDAR. La operación de estos reactores se ha investigado a escala piloto, como sistemas de mezcla perfecta. A la hora de escalar el proceso, la fluidodinámica es un factor importante a evaluar, ya que puede afectar a la cinética del proceso y, en consecuencia, a la eficiencia del mismo. Este trabajo muestra, por primera vez, el efecto de la fluidodinámica en el proceso foto-Fenton solar en RPR a escala demostrativa.

En el proyecto LIFE ULISES se ha construido un RPR de 100 m² en la EDAR “El Bobar” de la ciudad de Almería. La caracterización del reactor se ha realizado mediante ensayos de estímulo-respuesta, modificando la profundidad de líquido (10 y 18 cm) y la frecuencia del motor del rotor de paletas (*paddlewheel*) que impulsa el agua (15, 25 y 35 Hz). Además, para comprobar el efecto de la mezcla en el proceso, se realizaron ensayos en modo *batch* a pH ácido, a las tres frecuencias del motor, fijando la profundidad de líquido en 18 cm. La irradiancia solar promedio fue 35 W m⁻² en el espectro UVA y las concentraciones de reactivos fueron 1,47 mM de H₂O₂ y 0,1 mM de FeSO₄. El efluente secundario se dopó con 100 µg/L de acetamiprid (ACTM) como microcontaminante modelo. El muestreo se llevó a cabo, simultáneamente, en cinco puntos diferentes del reactor cada 15 minutos durante 2 h.

Los resultados muestran tiempos de mezcla (t_m) elevados (>45 min), debido al comportamiento de flujo en pistón que presentan los canales del RPR. Además, el aumento de la frecuencia del motor del *paddlewheel* de 15 a 35 Hz implica un aumento del consumo de potencia en 10 W m⁻³ y una reducción del t_m en 30 min para ambas profundidades de líquido. Los resultados obtenidos de la operación en modo *batch* indican que, una vez alcanzado el t_m , se obtiene el mismo porcentaje de degradación de ACTM (70%) independientemente de la velocidad de circulación del agua. Para la operación en flujo continuo del reactor, la frecuencia del motor seleccionada es de 35 Hz dando lugar a tiempos de residencia hidráulicos de 45 min para 18 cm de profundidad de líquido, y 60 min, para 10 cm, con el fin de obtener el grado de mezcla adecuado.

Palabras clave: consumo de potencia, escala demostrativa, flujo pistón, mezcla.

Agradecimientos: Proyecto LIFE ULISES, financiado por la Unión Europea en virtud del Acuerdo de Subvención No. LIFE18 ENV/ES/000165. P. Soriano-Molina, contrato de investigación (DOC_00544) financiado por el Fondo Social Europeo de Desarrollo Regional.

Tratamiento de ozonización del agua para el control de *Meloidogyne* sp. en cultivos protegidos de tomate en el sureste español

F. Contreras, MA Hernández, A. Esteban, D. Soler, C.M. Martínez, I. Garrido y C. Ros

¹ Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA). Estación Sericícola. 30150. La Alberca (Murcia).
fulgencio.contreras@carm.es

La acumulación e incremento de la incidencia de patógenos de suelo que afectan a cultivos hortícolas en sistemas protegidos está en continuo aumento, debido en parte a recurrentes inviernos más suaves, y a la retirada del uso de fumigantes químicos de suelo. Éstos se utilizan, previamente al trasplante de tomate (*Solanum lycopersicum*), en explotaciones de monocultivo (la gran mayoría en la Región de Murcia) con el fin de asegurar la sanidad y productividad del cultivo. Con el objetivo de buscar alternativas a la desinfección química, habitual en la zona productora del cultivo de tomate, se evaluó la eficacia de diferentes tratamientos de agua con ozono, en el control de nematodos en un invernadero experimental contaminado por *Meloidogyne* sp. Se evaluaron los siguientes tratamientos: i) riego con agua ozonizada permanentemente, ii) riego con agua ozonizada intermitentemente, iii) control. El potencial Redox del equipo productor de ozono estuvo en torno a 800 mV y 45.18 mg/l de DO. Se midió la población del nematodo del suelo y su incidencia en el cultivo mediante el índice de agallas, así como el porcentaje de plantas afectadas y la producción. La aplicación de ozono en todos los riegos (i y ii) durante el cultivo redujo la incidencia de daños y el porcentaje de plantas afectadas en un 61,9 y 42,4 % respectivamente en comparación con el control. La aplicación intermitente de ozono no mostró diferencias con respecto del control en la incidencia observada. La población del nematodo en el suelo y la producción fue similar en los tres tratamientos. En resumen, y teniendo en cuenta los resultados encontrados, la aplicación de agua ozonizada al suelo podría contribuir al control de este patógeno, si bien es necesario establecer nuevos estudios para determinar su uso más eficiente.

Palabras clave: nematodos, *Solanum lycopersicum*, desinfección de suelo, agua ozonizada

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el proyecto Life Agremsoil. Los autores también quieren expresar su agradecimiento al técnico de la finca experimental José Luis Lozano González.

Materiales gráfiticos para la reducción del potencial de formación de subproductos de desinfección mediante PAO basados en ozono

M.A. Jiménez-López, A. Rey, V. Montes y F.J. Beltrán

Universidad de Extremadura. Instituto Universitario de Investigación del Agua, Cambio Climático y Sostenibilidad (IACYS). Grupo de Investigación de Tratamiento de Aguas
majimlopez@unex.es

Los subproductos de desinfección se generan durante el proceso de potabilización de agua por la reacción de materia orgánica con el cloro utilizado para desinfectar (Gilca et al., *Chemosphere* 2020, 259, 127476). El objetivo es reducir el potencial de formación de trihalometanos (THM), ácidos haloacéticos (HAA) y el total de compuestos orgánicos halogenados (AOX) de un agua con ácido húmico (HA), a partir de procesos avanzados de oxidación (PAO) basados en ozono y ozono-luz utilizando materiales carbonosos gráfiticos. Como catalizadores se han utilizado cuatro materiales partiendo de grafeno y grafito comercial. Este tipo de materiales se han investigado tanto para procesos de adsorción como para catalizar procesos avanzados de oxidación, especialmente con ozono como oxidante principal (Beltrán et al., *Molecules* 2019, 24, 3438). A partir de grafito comercial se han realizado dos tratamientos para expandir el área superficial, uno con oxalato potásico y otro con molino de bolas. Los materiales fueron ozonizados en fase gas para generar grupos oxigenados superficiales y se han denominado: G-O₃, grafeno ozonizado; Gf-O₃, grafito ozonizado; Gf-OxK-O₃, grafito tratado con oxalato y ozonizado; y, por último, Gf-HSA-O₃, grafito molido y ozonizado. Se utilizaron las técnicas de difracción de rayos X (XRD), espectroscopía Raman, espectroscopía de infrarrojos (FTIR), análisis termogravimétrico acoplado a espectrometría de masas (TGA-MS) e isothermas de N₂ para el estudio de sus principales propiedades. Se aplicaron en la ozonización catalítica y fotocatalítica bajo luz solar simulada para degradar ácido húmico, como materia orgánica natural, analizando la mineralización (carbono orgánico total, TOC) y la absorbancia a 254 nm. Después de la oxidación, el agua se sometió a cloración y se analizaron THM y HAA mediante GC-ECD y AOX en un analizador AOX.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el área superficial de los materiales se incrementa por los tratamientos de expansión aplicados, aunque no parece ser un parámetro crucial para los procesos estudiados. A pesar de tener una menor área superficial, el material que favoreció una mayor reducción del potencial de subproductos de desinfección y que presenta un menor coste de producción fue el grafito comercial ozonizado en fase gas (Gf-O₃).

Palabras clave: Ozono, trihalometanos, subproductos de desinfección, carbocatálisis materiales gráfiticos.

Agradecimientos: Esta investigación se llevó a cabo a través de los Proyectos PID2019-104429RB-I00 (MCIN/AEI/10.13039/501100011033) e IBG20042 (Junta de Extremadura y Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER)). M.A. Jiménez agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades la concesión de la beca de Formación de Personal Investigador FPI PRE2020-091840.

Evaluación del impacto ambiental de sistemas de tratamiento de aguas para eliminación de radiactividad natural

M. Gómez¹, F. Verdugo¹, M.G. Pinna-Hernández^{2,3}, J.L. Casas^{2,3}, I. Rodríguez⁴ y F.J. Martínez⁴

¹Centro Tecnológico CARTIF, Parque Tecnológico de Boecillo, 205, Boecillo (Valladolid), España. ²Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, Ctra de Sacramento s/n, Almería, España. ³Centro de investigación en Energía Solar (CIESOL), Centro Mixto UAL- CIEMAT, Ctra de Sacramento s/n, Almería, España. ⁴Diputación de Almería, C/Hermanos Machado, Almería, España.
margom@cartif.es

En muchas poblaciones españolas se utiliza agua subterránea como fuente de agua potable. Este hecho unido a que la composición físico-química de este tipo de aguas depende de la geología del suelo puede implicar el riesgo de encontrar concentraciones de radionúclidos naturales en la misma, los cuales pueden superar los estándares exigidos por la Directiva EU 2013/51/Euratom. Los radionúclidos presentes en el agua subterránea se pueden eliminar mediante distintos métodos de tratamiento de agua siendo uno de los tratamientos más utilizados y eficaces la ósmosis inversa, opción viable desde el punto de vista técnico, pero no desde el punto de vista ambiental por su alta huella de carbono e hídrica derivada de los altos volúmenes de rechazo que genera.

Por todo esto y, con la finalidad de evaluar la sostenibilidad de cada proceso, dentro del marco del proyecto LIFE ALCHEMIA (LIFE16 ENV/ES/000437) se ha llevado a cabo la evaluación del impacto ambiental mediante Análisis de Ciclo de Vida (ACV), de los tratamientos de agua propuestos por el proyecto para la eliminación/reducción de radionúclidos de uranio y radio (sistemas de lechos filtrantes), así como, de los tratamientos convencionales (ósmosis inversa) empleados en cada una de las instalaciones estudiadas, situadas en Alboloduy, Tahal y Benizalón, tres municipios de la provincia de Almería. La metodología ACV está ampliamente contrastada y aceptada, y permite conocer el perfil medioambiental de cualquier bien, producto o servicio. El desarrollo del ACV se ha llevado a cabo atendiendo a la metodología estandarizada ISO 14040/44, y por tanto, siguiendo las fases que conforman este proceso: a) definición del objetivo y alcance, en la cual se definió, entre otros, la Unidad Funcional (UF) y los límites del sistema; b) análisis de inventario, el cual se llevó a cabo considerando cuatro categorías de proceso: consumo de agua, consumo de energía, material filtrante y gestión de residuos, para cada uno de los tratamientos considerados; c) evaluación del impacto ambiental en la que se consideró el potencial de calentamiento global, la eutrofización, la ecotoxicidad y la huella hídrica; d) Interpretación, en donde, gracias a las etapas anteriores, fue posible evaluar el perfil medioambiental de cada uno de los tratamientos llevados a cabo, así como, su comparación.

En general, los resultados del ACV mostraron una reducción del impacto ambiental en todas las categorías consideradas para los sistemas de tratamiento propuestos por el proyecto (lechos filtrantes). Considerando un resultado medio de cada planta de demostración de tratamiento de aguas, se obtuvo una reducción del potencial de calentamiento global del 86%, la eutrofización, 87%, la ecotoxicidad, 83% y en la categoría de impacto del uso del agua un 5%, en comparación con el sistema de tratamiento de ósmosis inversa.

Palabras clave: Análisis de Ciclo de Vida, impacto ambiental, radiactividad natural, tratamiento de aguas subterráneas.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por la Comisión Europea, European Project LIFE ALCHEMIA (LIFE16 ENV/ES/000437).

Influencia de la presencia de cianobacterias en la degradación de cianotoxinas mediante el proceso Fenton heterogéneo

D. Ortiz¹, M. Muñoz¹, S. Cirés², Z.M. de Pedro¹, A. Quesada² y J.A. Casas¹

¹ Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química. ² Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Biología.
david.ortiz@uam.es

La aparición de afloramientos (o “blooms”) de cianobacterias representa una seria amenaza tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Además de proporcionar olor, sabor y color al agua, estos blooms pueden producir cianotoxinas, compuestos tóxicos que pueden ocasionar desde erupciones cutáneas hasta graves problemas cardiovasculares. Debido a la alta persistencia de las cianotoxinas, y a que las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAPs) no están diseñadas para su tratamiento, éstas no son eficazmente eliminadas de las aguas de consumo. En investigaciones previas hemos demostrado que el proceso Fenton heterogéneo empleando magnetita como catalizador es una alternativa prometedora para la eliminación de cianotoxinas. En este Trabajo, se estudia la influencia de la presencia de cianobacterias en la degradación, mediante Fenton heterogéneo, de tres de las cianotoxinas más extendidas: microcistina LR (MC-LR), cilindrospermopsina (CYN) y anatoxina-a (ATX).

Los experimentos se llevaron a cabo a presión y temperatura ambiente ajustando el pH del medio a 5. La concentración inicial de cianotoxina se estableció en 100 $\mu\text{g L}^{-1}$ mientras que las de H_2O_2 y catalizador (magnetita reducida a 400 °C) se fijaron en 2 mg L^{-1} y 0,2 g L^{-1} , respectivamente. El proceso Fenton heterogéneo resultó muy efectivo para la oxidación del CYN en presencia de concentraciones de bacteria inferiores a 100 $\mu\text{g L}^{-1}$ (medida como clorofila-a) alcanzándose, en todos los casos, la degradación total de la toxina en menos de 1 h de reacción. Por otra parte, en presencia de concentraciones de cianobacteria superiores a 500 $\mu\text{g L}^{-1}$ se observó un incremento en la concentración de cianotoxina debido a la lisis celular en los primeros minutos de reacción, requiriendo de un mayor tiempo de reacción (>4 h) para alcanzar la degradación completa de la toxina. Actualmente, se están realizando ensayos para conocer la influencia de la presencia de cianobacterias en la degradación de MC-LR y de ATX. Los resultados obtenidos hasta el momento ponen de manifiesto la alta efectividad del sistema H_2O_2 /magnetita reducida para la eliminación de cianotoxinas incluso en presencia de concentraciones significativas de cianobacterias en el agua. Por tanto, este sistema puede representar una alternativa viable para ser aplicada como etapa de purificación en una ETAP e, incluso, como proceso de tratamiento exclusivo (o complementario a la filtración-cloración) en pequeñas poblaciones cuyas fuentes de captación de agua se vean afectadas por la aparición estacional de blooms.

Palabras clave: Cianobacterias, cianotoxinas, Fenton heterogéneo, magnetita.

Agradecimientos: Los autores agradecen la ayuda recibida del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (TALGENTOX (920PTE0102)) y del Ministerio de Economía y Competitividad de España (PID2019-105079RB-I00). M. Muñoz agradece al MINECO su contrato Ramón y Cajal (RYC-2016-20648). D. Ortiz agradece al MIU su contrato FPU (FPU19/04816).

Influencia de la salinidad en la eliminación de radioisótopos de radio y uranio en aguas subterráneas mediante lechos filtrantes

M.G. Pinna-Hernández^{1,2}, J.L. Casas^{1,2}, A. Salas³, I. Rodríguez⁴ y F.J. Martínez⁴

¹Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, Ctra de Sacramento s/n, Almería, España. Spain ²Centro de investigación en Energía Solar (CIESOL), Centro Mixto de la Universidad de Almería y el CIEMAT, Ctra de Sacramento s/n, Almería, España. ³LARUEX, Dpt. Applied Physics, Faculty of Veterinary Sciences, University of 12 Extremadura, Avda. Universidad, s/n, 10003, Cáceres, ⁴Diputación de Almería, C/Hermanos Machado, Almería, España.

gpinnahernandez@ual.es

Uno de los mayores impactos del actual escenario de cambio climático es la reducción de la disponibilidad de masas de agua para el consumo humano, siendo especialmente importante en el área mediterránea. En muchos pequeños municipios, el agua subterránea es el único recurso disponible. Sin embargo, y dependiendo de la geología circundante, puede contener radionúclidos naturales que proporcionan al agua niveles de radiactividad natural por encima de los límites establecidos para el consumo humano. A través del proyecto LIFE ALCHEMIA ENV/ES/000437, se ha trabajado en la demostración de la viabilidad técnica y económica de sistemas de potabilización alternativos a la ósmosis inversa, basados en lechos filtrantes, que reduzcan la radiactividad natural (Ra-226, Ra-228, U-234 y U-238) en aguas subterráneas.

El proyecto LIFE ALCHEMIA ha estudiado y analizado la eliminación de radioisótopos de uranio y radio de dos aguas subterráneas con diferente grado de salinidad (3.3 y 0.61 mS/cm) mediante lechos catalíticos filtrantes (zeolitas recubiertas de óxido de manganeso) en plantas de tratamiento de agua potable modificadas, y el posterior tratamiento de residuos. Los resultados obtenidos muestran como la eliminación de radio disminuyó a medida que aumentó la salinidad del agua; pero tuvo un mayor impacto en el uranio, lo que hizo que el tratamiento no tuviera efecto. El estudio de especiación llevado a cabo mostró que el radio y el uranio se asociaron a la fracción reducible en el material filtrante; y también en la fracción de carbonato en el caso del uranio. La regeneración del material filtrante mediante disoluciones concentradas de KCl permitió eliminar hasta el 81% y el 63% del uranio y radio retenido en el filtro, respectivamente.

Palabras clave: Regeneración química, agua potable, radiactividad natural, lecho catalítico.

Agradecimientos: (Proyecto LIFE ALCHEMIA ENV/ES/000437).

Reducción de la radiactividad natural en aguas subterráneas de la provincia de Almería mediante óxidos de magnesio y de hierro

M.G. Pinna-Hernández^{1,2}, J.L. Casas^{1,2}, I. Rodríguez³ y F.J. Martínez³

¹Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, Ctra de Sacramento s/n, Almería, España. ²Centro de investigación en Energía Solar (CIESOL), Centro Mixto de la Universidad de Almería y el CIEMAT, Ctra de Sacramento s/n, Almería, España. ³Diputación de Almería, C/Hermanos Machado, Almería, España.
gpinnahernandez@ual.es

La radiactividad de origen natural se encuentra en la naturaleza sin intervención humana. A nivel nacional, el seguimiento y control de la radiactividad natural en aguas de consumo humano es limitado, no así en la provincia de Almería, que cuenta con estaciones de tratamiento de agua potable mediante sistemas de ósmosis inversa destinadas a eliminar dicha radiactividad en 15 municipios. Esta tecnología ha demostrado ser la más eficaz y fiable hasta la fecha, aun así, se plantea la necesidad de buscar nuevas tecnologías más sostenibles desde el punto de vista energético, ambiental y económico. A través del Proyecto LIFE ALCHEMIA ENV/ES/000437, se ha trabajado en la demostración de la viabilidad técnica y económica de sistemas basados en lechos filtrantes, que reduzcan la radiactividad natural (Ra-226, Ra-228, U-234 y U-238). Con este fin, se han ensayado distintos tipos de materiales adecuados a cada tipo de agua subterránea, condicionada por el punto de extracción y sus características físico-químicas.

Este trabajo presenta un estudio técnico a escala de laboratorio y modo discontinuo con materiales filtrantes alternativos a los usados en las plantas piloto del proyecto LIFE ALCHEMIA (óxido de hierro y óxido de magnesio) para reducir hierro y uranio en aguas subterráneas extraídas de dos localizaciones (A y B). Debido a los problemas derivados de la alta salinidad del agua bruta de la localidad A, se ha experimentado con el material Trappsor (óxido de magnesio) con diferentes granulometrías (5-8 y 2-5 mm) para poder reducir el contenido en sulfatos, hierro y radioisótopos del uranio. Por otro lado, en la localidad B, se ha ensayado con un material alternativo de óxido de hierro (FERROLOX-X) para evitar el punto de saturación del material con bajos volúmenes tratados, problema surgido en la planta piloto de la localidad B. Las mejores tasas de reducción con Trappsor se consiguieron empleando un diámetro de partícula entre 2-5 mm, obteniéndose una reducción del 83.87% de uranio y 85.85% en el caso del hierro. En cuanto a las tasas de reducción de FERROLOX-X fueron óptimas tanto para reducir el hierro (85.15%) como el uranio (44.74%).

Palabras clave: lechos filtrantes, eliminación de radioisótopos, tratamiento aguas subterráneas, uranio.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por la Comisión Europea, European Project LIFE ALCHEMIA (LIFE16 ENV/ES/000437).

Revalorización de filtros de olores usados en EDAR para la fabricación de baterías sostenibles Litio-Azufre

A. Benítez¹, P. Márquez², J. L. Gómez-Camer¹, A.F. Chica², M. A. Martín² y A. Caballero¹

¹ Universidad de Córdoba. Dpto. Química Inorgánica e Ingeniería Química, Área de Química Inorgánica. (FQM-175)

² Universidad de Córdoba. Dpto. Química Inorgánica e Ingeniería Química, Área de Ingeniería Química. (RNM-271)
ig2masam@uco.es

En el marco de la economía circular, abordar las prioridades sociales con un enfoque múltiple es una de las directrices marcadas por todas las instituciones gubernamentales. Siguiendo esa dinámica, este trabajo de investigación se ha enfocado en dos retos sociales marcados por la Unión Europea: “Acción por el clima, eficiencia de recursos y materias primas” y “Energía segura, limpia y eficiente”. El tratamiento del agua en las EDAR y todos los factores asociados a él forma parte del primer reto, utilizando, entre otros sistemas, filtros rellenos de carbón activo para el control de emisiones olorosas. Una vez cubierta su función, estos filtros son tratados como residuos peligrosos, que generalmente terminan confinados en vertederos sin tratamiento ni valorización alguna.

Respecto al segundo reto, la demanda de energía limpia está aumentando rápidamente en la lucha contra el cambio climático, necesitando de sistemas de almacenamiento de energía eficientes y sostenibles. En este contexto, las baterías de Litio-Azufre (Li-S) han ido adquiriendo gran importancia, llegando a convertirse en un sistema de almacenamiento de energía muy efectivo, aumentando entre 3-4 veces la capacidad de las baterías comerciales. Los componentes clave utilizados en el electrodo positivo de esta tecnología son: azufre, como material activo y carbón, como matriz porosa y conductora. Entre todos los materiales carbonosos, los carbones activos son unos de los más destacados en este ámbito debido a sus idóneas características como el alto grado de porosidad y la elevada área superficial interna.

Desde una perspectiva multidisciplinar y un enfoque circular, en este trabajo se enlaza el problema de la generación de residuos en forma de carbón activo de las EDAR con la necesidad de materiales carbonosos para la nueva generación de baterías. Con esta investigación se ha conseguido demostrar el notable rendimiento electroquímico obtenido en baterías Li-S usando electrodos preparados a partir de carbones procedentes de la regeneración de carbones activos de los rellenos de filtros de control de emisiones olorosas de EDAR. Este estudio demuestra que, tras un proceso sencillo y económico de regeneración en atmósfera oxidante, se obtienen carbones con excelentes propiedades, permitiendo una segunda aplicación de los mismos en el desarrollo de baterías Li-S sostenibles.

Palabras clave: batería Li-S; carbón activo; EDAR; regeneración; filtro olor.

Agradecimientos: Trabajo financiado por MINECO (MAT2017-87541-R, CTM2017-88723-R y PID2020-117438RB-I00) y Junta de Andalucía (Proyecto UCO-FEDER-1262384-R, PYC20 RE 048 (RIS3 ANDALUCÍA), Grupos FQM-175 & RNM-271) y Asociación Chelonia (proyecto Mares Circulares). Agradecer a EMASESA por facilitar la materia prima para el estudio.

Desarrollo de Fe₃O₄/g-C₃N₄ para la eliminación de contaminantes mediante el proceso CWPO-fotoasistido

J. Nieto-Sandoval^{1,2,3}, A. Torres-Pinto^{2,3}, M. Muñoz¹, Z.M. de Pedro¹, C.G. Silva^{2,3}, J.L. Faria^{2,3}, J.A. Casas¹ y A.M.T. Silva^{2,3}

¹ Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. Ingeniería Química, España ² LSRE-LCM, Faculty of Engineering, University of Porto, Portugal ³ ALiCE - Associate Laboratory in Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Porto, Portugal

julia.nieto-sandoval@uam.es

Los tratamientos convencionales llevados a cabo en las EDARs no permiten garantizar la eliminación completa de ciertos contaminantes caracterizados por presentar una baja biodegradabilidad. En este contexto, los procesos de oxidación avanzada y, en concreto, el proceso CWPO empleando catalizadores basados en óxido de hierro, se presentan como una alternativa prometedora para eliminar estos compuestos y mejorar la calidad del agua tratada (Gadipelly, C., et al. (2014) Ind. Eng. Chem. Res., 53, 29, 11571–11592). En este trabajo se plantea la integración de este tipo de tratamiento con procesos fotoasistidos con el objetivo de mejorar la eficiencia del tratamiento. Para ello, se aborda el desarrollo de un sistema catalítico basado en la modificación, con óxido de hierro, del nitruro de carbono grafitico (g-C₃N₄), un material sostenible que puede activarse con luz visible para producir H₂O₂ en condiciones oxigenadas y que, a su vez, sería capaz de promover la formación de radicales HO·. La actividad del fotocatalizador desarrollado se evaluó en el proceso CWPO-fotoasistido para la eliminación de resorcinol (RC), un potente disruptor endocrino.

El g-C₃N₄ se sintetizó empleando urea como precursor en microondas a 550 °C. Se aplicaron distintos métodos para optimizar la incorporación de las nanopartículas de Fe₃O₄ al g-C₃N₄ (co-precipitación, síntesis hidrotermal, impregnación a humedad incipiente/tratamiento térmico). La oxidación del resorcinol se llevó a cabo en un foto-reactor de vidrio tipo *batch* (50 mL) en condiciones ambientales y pH₀=3. Se utilizó una concentración de catalizador de 0,5 g L⁻¹ y se introdujo un flujo de aire constante. Como fuente de luz se emplearon cuatro LEDs (10 W) situados a 4 cm del reactor (emisión máxima a 417 nm). La completa fotodegradación del RC (50 mg L⁻¹) se alcanzó en 2 h de reacción empleando el g-C₃N₄ no modificado. En el caso del proceso CWPO-fotoasistido empleando g-C₃N₄ modificado con Fe₃O₄, se consiguió incrementar significativamente la velocidad de degradación del RC aumentando, por tanto, la eficacia del proceso. Actualmente, el grupo de investigación se encuentra explorando la posibilidad de inmovilizar las partículas de Fe₃O₄/g-C₃N₄ sobre un soporte estructurado (membrana PVDF), con el objetivo de evitar las limitaciones que suponen los materiales en polvo para operar en continuo y poder escalar el proceso.

Palabras clave: CWPO; fotocatalisis; g-C₃N₄; óxido de hierro; resorcinol.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido apoyada por el MINECO y la CM a través de los proyectos PID2019-105079RB-I00 y P2018/ EMT-4341, respectivamente. También ha sido apoyada por FCT/MCTES (PIDDAC) a través de los proyectos LA/P/0045/2020 (ALiCE), UIDB/50020/2020 y UIDP/50020/2020 (LSRE-LCM). J. Nieto-Sandoval y M. Muñoz agradecen al MINECO el contrato FPI (BES-2017-081346) y el contrato postdoctoral Ramón y Cajal (RYC-2016-20648), respectivamente. A. Torres-Pinto agradece al FCT por su contrato predoctoral SFRH/BD/143487/2019.

Eficiencia del sistema híbrido *humedal construido-foto-Fenton* en la eliminación de microcontaminantes

N. López-Vinent, A. Cruz-Alcalde, A. Piera, A. Sales, O. Porcar, J. Giménez y C. Sans

Universidad de Barcelona. Dpto. Ingeniería Química y Química Analítica. Grupo de Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada
nuria.lopez@ub.edu

Garantizar la calidad y seguridad del agua es uno de los desafíos ambientales mundiales más importantes al que se tiene que hacer frente en el siglo XXI. Con la tasa actual de consumo de agua, dos tercios de la población mundial podría estar bajo condiciones de escasez de agua en el año 2025, según predicciones del Fondo Mundial para la naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés). Frente a este escenario, y teniendo en cuenta que el 65% del total de agua dulce consumida se destina al sector agrícola, la reutilización de agua residual para irrigación parece una buena estrategia para mitigar el problema de escasez de agua. Ahora bien, estas aguas deben estar libres de microcontaminantes antes de poder reutilizarlas.

En este estudio se ha investigado la eficiencia en la degradación de diferentes tipos de microcontaminantes en aguas residuales municipales utilizando un sistema híbrido compuesto por humedales construidos como pretratamiento, seguido de un proceso foto-Fenton a pH natural con quelatos de hierro. Con este sistema híbrido se pretende eliminar sólidos en suspensión, materia orgánica disuelta y también especies de nitrógeno, que pueden afectar negativamente al proceso foto-Fenton. Con esta combinación se espera contribuir a la disminución de los costes asociados al tratamiento y a conseguir una tecnología más respetuosa con el medio ambiente.

Resultados preliminares han revelado que más del 80% de los sólidos totales contenidos en el agua residual se han eliminado en el humedal en 3 días de tiempo de retención. Los microcontaminantes más recalcitrantes fueron eliminados completamente en el sistema híbrido, mientras que en el tratamiento de foto-Fenton, sin pretratamiento, se requirió el doble de reactivos para llegar a su completa eliminación.

Palabras clave: foto-Fenton, humedal construido, reúso agrícola, sistema híbrido

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033, UE (proyecto PID2020-112674RB-I00) y AGAUR-Generalitat de Catalunya (2017SGR-131).

Grupo de Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada (EPOA) Universitat de Barcelona (UB)

P. Marco¹, B. Bayarri¹, A. Cruz¹, N. López¹, O. Porcar¹, P. Llopart¹, J. Liu^{1,2}, J. Giménez¹ y C. Sans¹

¹ Universitat de Barcelona. Dpto. Ingeniería Química y Química Analítica. Grupo de Investigación: Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada ² School of Environmental Engineering, Wuhan Textile University.
pmarco@ub.edu

El equipo de investigación INGENIERÍA DE LOS PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA de la Universitat de Barcelona cuenta con una dilatada experiencia (casi 40 años) en el campo de la aplicación de POAs. El trabajo realizado se refleja en más de 220 artículos publicados en revistas especializadas, alrededor de 330 comunicaciones en congresos, 33 tesis doctorales y más de 100 trabajos de fin de grado y/o máster supervisados por miembros del equipo. El grupo ha participado y participa en proyectos de transferencia de conocimiento, a nivel nacional, PID2020-112674RB-I00 (*Desarrollo de nuevas estrategias de gestión y tratamientos avanzados de aguas con contaminantes persistentes y tóxicos hacia entornos libres de tóxicos*), y también en colaboraciones internacionales (H2020-MSCA-RISE-2015-690618). Además, ha desarrollado estudios en la aplicación y optimización de dichas tecnologías a escala de laboratorio y planta piloto junto con empresas gestoras de agua como AGBAR, Degremont y ACCIONA-Agua.

En la actualidad, su investigación se ha diversificado hacia la integración con otras tecnologías, así como evaluaciones de impacto, riesgos y económicas de POAs; englobando tres objetivos:

1. *Aplicación de los POAs en el tratamiento de contaminantes tóxicos y persistentes:*

- a) Establecer parámetros de funcionamiento.
- b) Evaluar los intermedios generados y efectos.
- c) Evaluar los beneficios de su aplicación.

2. *Estudio de las sinergias entre los POAs y otras tecnologías:*

- a) Evaluar el desempeño del biochar como catalizador.
- b) Evaluar la combinación de los POAs con otras tecnologías, como los humedales y las membranas.

3. *Desarrollo de índices y metodologías para la evaluación del impacto ambiental, de seguridad y económico de los POAs.*

- a) Evaluar el impacto ambiental mediante técnicas (como el ACV) e índices específicos.
- b) Establecer metodologías para evaluar costes.
- c) Establecer índices y métodos para la evaluación de aspectos de seguridad y riesgos laborales relacionados con los POAs.

Palabras clave: biochar, costes, impacto ambiental, membranas, oxidación avanzada.

Agradecimientos: Proyecto I+D+i - PID2020-112674RB-I00

Síntesis de Nitruros de Carbono Gráficos con diferentes morfologías para la reducción fotocatalítica de Hg(II) en aguas

B. Villajos¹, A. Arencibia² y M.J. López-Muñoz¹

¹ Universidad Rey Juan Carlos. Dpto. de Tecnología Química y Ambiental. Grupo de Ingeniería Química y Ambiental (GIQA). ² Universidad Rey Juan Carlos. Dpto. de Tecnología Química, Energética y de los Materiales Grupo de Ingeniería Química y Ambiental (GIQA).
mariajose.lopez@urjc.es

La presencia de mercurio en los efluentes acuosos es muy preocupante debido a su alta toxicidad, bioacumulación y persistencia, lo que provoca que sea muy perjudicial para el medio ambiente, incluso a muy bajas concentraciones. Una tecnología de interés para el tratamiento de aguas contaminadas con Hg es la fotocatalisis heterogénea. Se ha comprobado que, empleando TiO₂ como semiconductor, es posible conseguir la reducción fotocatalítica de las especies de Hg(II) a Hg(0), de forma que el metal se deposita en la superficie del fotocatalizador, desde donde puede ser recuperado (López-Muñoz, M.J., et al. (2011). Applied Catalysis B, 104, 220-228).

Un fotocatalizador muy prometedor como alternativa al TiO₂ es el nitruro de carbono gráfico (g-C₃N₄), ya que presenta alta estabilidad química y térmica y su valor de energía de *band gap* (1,8-2,8 eV) corresponde al intervalo de radiación visible, por lo que es posible su uso bajo radiación solar. Sin embargo, el *bulk* de g-C₃N₄ tiene algunos inconvenientes, como son una baja área superficial y una elevada tasa de recombinación de pares e⁻/h⁺ (Bai, X., et al. (2013). Journal of Physical Chemistry C, 117, 9952-9961). En el presente estudio se ha sintetizado *bulk* g-C₃N₄ mediante policondensación térmica de melamina. Se ha evaluado la influencia de distintos tratamientos posteriores a la síntesis dirigidos a favorecer el transporte de los portadores de carga fotogenerados y aumentar la superficie del material, sobre su actividad fotocatalítica en la reducción de Hg(II). Estos tratamientos fueron: i) exfoliación térmica y ii) tratamiento hidrotérmico en medio hidroalcohólico (CH₃OH-H₂O 60:40 v/v) para obtener *nanorods*.

Las reacciones fotocatalíticas se llevaron a cabo en un simulador solar (Solar Box 1500) con disoluciones acuosas de HgCl₂ con una concentración de Hg(II) de 5 mg·L⁻¹ a pH natural (.5), utilizando agentes de sacrificio como el ácido fórmico. Los resultados han demostrado que la actividad fotocatalítica bajo radiación solar y el porcentaje de retirada de Hg(II) del agua dependen estrechamente del tratamiento al que se somete el *bulk* de g-C₃N₄ y la morfología del material obtenido, pudiendo llegar a alcanzar con g-C₃N₄ exfoliado la retirada efectiva de Hg(II) del agua.

Palabras clave: Fotocatálisis, mercurio, nitruro de carbono gráfico, g-C₃N₄.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación obtenida a la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y al Ministerio de Ciencia e Innovación proyecto CALYPSOL ATECWATER (RTI2018-097997-B-C33); Comunidad de Madrid Programa REMTAVARES (P2018/EMT-4341); y European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program, proyecto SusWater H2020-MSCA-RISE-2020.

Aplicación de fuentes UV-LED como tratamiento de desinfección en el sector marítimo

J. Moreno-Andrés¹, M. Tierno-Galán¹, L. Romero-Martínez¹, A. Acevedo-Merino¹ y E. Nebot¹

¹ Universidad de Cádiz. Dpto. Tecnologías del Medio Ambiente. Grupo de Investigación: TEP-181, Tecnología del Medio Ambiente. INMAR – Instituto Universitario de Investigación Marina
javier.moreno@uca.es

La radiación UV puede definirse como un tratamiento físico, capaz de inactivar una amplia gama de bacterias. El rango germicida en la región UV-C ($\lambda < 280$ nm) se aplica mayoritariamente en los sistemas de tratamiento de aguas mediante lámparas de mercurio de baja y media presión. La eficacia de estas fuentes UV-C es bien conocida, y las dosis de UV necesarias para inactivar varios patógenos (incluyendo bacterias, virus, etc.) están bien establecidas (Malayeri et al., 2016. *IUVA News* 18, 4–6). Sin embargo, la potencial toxicidad del mercurio de las lámparas, su alto coste, y su relativamente corta vida útil aparecen como las principales preocupaciones de esta fuente tradicional de UV-C (Song et al., 2016 *Water Res.* 94, 341–349). Una alternativa potencial es el uso de diodos emisores de luz ultravioleta (UV-LED) (Song et al., 2016 *Water Res.* 94, 341–349). Aunque los valores de eficiencia todavía son bajos y los costes relativamente altos, varios estudios predicen que estos inconvenientes se superarán en los próximos años (Chen et al., 2017 *Environ. Sci. Water Res. Technol.* 3, 188–202). La desinfección UV es uno de los métodos de desinfección más implementados en la industria marítima, como los sistemas de agua de lastre o la industria de la acuicultura, donde el control de los microorganismos no deseados se vuelve crítico. Sin embargo, este escenario está menos estudiado que otros como la desinfección del agua potable o de las aguas residuales. En consecuencia, el objetivo principal de este estudio es evaluar una fuente UV-LED para la desinfección del agua marina en tres rangos diferentes de emisión: UV-A, UV-B y UV-C, así como su combinación con dos agentes oxidantes con diferente modo de acción: H_2O_2 o HSO_5^- . Los resultados obtenidos con el patógeno *Vibrio alginolyticus* demuestran la eficacia de los LEDs en la desinfección del agua de mar. Con la combinación con agentes oxidantes se ha obtenido una sinergia en el proceso de desinfección en los tres rangos UV ensayados (UV-A, UV-B, UV-C). Además, el uso de H_2O_2 evita fenómenos de recrecimiento posterior. Se puede conseguir la inactivación del 99,99% de *V. alginolyticus* con menos de $6 \text{ mJ}\cdot\text{cm}^{-2}$ en combinación con H_2O_2 o HSO_5^- , con unos costes energéticos prometedores.

Palabras clave: Bacterias marinas, Desinfección, Diodos Emisores de Luz (LED), Radiación UV

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado por la Unión Europea en el marco del Programa Operativo FEDER 2014-2020 y por la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía. Referencia del proyecto: FEDER-UCA18–108023. Javier Moreno agradece la ayuda IJC2020–042741-I financiada por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por la “Unión Europea NextGenerationEU/PRTR”.

Estudio de la aplicación de los compuestos $\text{Ag}_2\text{O-ZnO@g-C}_3\text{N}_4$ en la ozonización fotocatalítica: Estructura cooperativa, rendimiento de degradación y mecanismos sinérgicos

J. Liu^{1,2}, C. Sans² y X. Yuan¹

¹ School of Environmental Engineering, Wuhan Textile University. ² Universitat de Barcelona. Dpto. Ingeniería Química y Química Analítica. Grupo de Investigación: Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada
yuanxiangjuan1986@outlook.com

La ozonización fotocatalítica (PhOx) se considera un proceso de oxidación avanzada (POA) emergente en el tratamiento de aguas. En este proceso, el ozono (O_3) actúa como secuestrador de electrones disminuyendo su inhibición por la recombinación electrón-hueco ($e^- - h^+$). Así permite que los electrones atrapados puedan generar especies oxigenadas más reactivas (ROS) efectivas en la oxidación de contaminantes orgánicos refractarios.

Recientemente existe un gran interés en el diseño de nuevos catalizadores bifuncionales, eficientes, robustos, con estructura estable, con grupos hidroxilo superficiales y altamente activos en el espectro visible (Vis) de la radiación solar. En esta línea, el nitruro de carbono gráfico ($\text{g-C}_3\text{N}_4$) se considera un buen fotocatalizador. Sin embargo, presenta una importante recombinación del par $e^- - h^+$ y una estrecha banda de absorción en el visible. Una solución a estas limitaciones es la combinación del $\text{g-C}_3\text{N}_4$ con otros semiconductores y el dopaje con especies metálicas o óxidos metálicos. El $\text{g-C}_3\text{N}_4$ modificado con óxido de zinc (ZnO-CN) puede ser una solución, ya que presenta una amplia absorción en el visible. Otra alternativa es el catalizador tipo p-n $\text{Ag}_2\text{O/g-C}_3\text{N}_4$ que presenta excelentes propiedades catalíticas.

Este trabajo presenta los resultados preliminares obtenidos en el diseño de un nuevo catalizador que combina las dos alternativas. El objetivo es estudiar la sinergia del $\text{g-C}_3\text{N}_4$ modificado con Ag_2O y ZnO y, su aplicación al sistema PhOx en la degradación del ácido oxálico (OA). Los primeros resultados muestran que la estructura mesoporosa no se altera después del dopaje, y que la adición de $\text{Ag}_2\text{O-ZnO}$ podría mejorar la tasa de separación del par $e^- - h^+$, acelerar la transferencia de e^- a O_3 , y promover la formación de radicales reactivos. En conclusión, el nuevo compuesto $\text{Ag}_2\text{O-ZnO@g-C}_3\text{N}_4$, podría ser utilizado como un buen catalizador fotoquímico para PhOx.

Palabras clave: ácido oxálico, efectos sinérgicos, modelo cinético empírico, ozonización fotocatalítica.

Agradecimientos: The National Natural Science Foundation of China (51808412), the State Scholarship Fund of China Scholarship Council (202008420266) and MCIN/AEI/10.13039/501100011033, UE (project PID2020-112674RB-I00).

Optimización de variables para la degradación de BPA en un reactor trickle bed por CWAO

E. Serra-Pérez, S. Álvarez-Torrellas, J. García y G. Ovejero

*Grupo de Catálisis y Procesos de Separación (CyPS), Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España
estrellaserra@ucm.es*

La presencia de contaminantes emergentes es cada vez más numerosa y son pocas las leyes que los regulan debido a su aparición relativamente nueva. Sin embargo, cada vez es más frecuente su estudio y la evaluación de diferentes procesos para su degradación. Uno de estos contaminantes es el bisfenol A (BPA), utilizado desde 1950 en una gran diversidad de artículos tales como latas de bebidas, revestimiento de metal de alimentos, biberones de plástico, juguetes para bebés, pinturas, adhesivos, etc. Este compuesto no es eliminado en las plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales y es encontrado en los efluentes. Es un disruptor endocrino incluso aunque su concentración sea baja.

En este trabajo, se estudió la eliminación de este compuesto a partir de la oxidación húmeda catalítica utilizando como catalizador nanoesferas de carbono empleando rutenio como fase activa (CNS-Ru).

Los experimentos se llevaron a cabo en un reactor continuo Microactivity ICP Pro con una disolución de alimentación al reactor de 20mg/L de BPA en agua ultrapura. En este trabajo se estudiaron 3 variables consideradas críticas: la masa de catalizador (de 0,20 a 0,30g), la temperatura de reacción (de 130 a 170 °C) y el caudal de líquido de alimentación (de 0,3 a 0,7mL/min). De estos experimentos se observó que las variables más determinantes para el proceso eran la masa de catalizador y la temperatura, mientras que el estudio del caudal de líquido en ese intervalo era la variable con menos importancia, ya que una variación del mismo no implicaba una variación destacable en la degradación del BPA. Por tanto, las condiciones óptimas para la degradación completa del BPA se alcanzaron con 0,25 g de CNS-Ru y una temperatura de 170°C, corroborando la estabilidad del catalizador durante 900 minutos de reacción, alcanzándose el régimen estacionario a partir de 400 min de reacción.

Palabras clave: Nanoesferas de carbono, naproxeno, oxidación húmeda catalítica, Rutenio.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo del Gobierno Regional de Madrid, proporcionado a través del Proyecto REMTAVARES S2018/EMT-4341 y el Fondo Social Europeo. Estrella Serra agradece al MINECO la beca de doctorado FPU2015/04075.

Lignosulfonatos de magnesio para la preparación de catalizadores carbonosos bimetalicos para la reducción de nitratos

F. J. García-Mateos, J.M. Rosas, J. Rodríguez-Mirasol y T. Cordero

Universidad de Málaga, Andalucía Tech, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Campus de Teatinos s/n, 29071 Málaga, España)
mirasol@uma.es

La contaminación de las aguas por nitratos es un problema muy extendido hoy en día. Principalmente, las fuentes de contaminación se deben a vertidos no controlados procedentes de la actividad industrial y la agrícola. La tecnología más utilizada para la reducción de nitratos es la reducción catalítica, utilizando catalizadores compuestos por un metal noble y otro de transición soportados, sobre un soporte, generalmente, de origen inorgánico. En este trabajo se plantea la preparación de materiales carbonosos a partir de activación química con H_3PO_4 de un coproducto de origen biomásico, lignosulfonato de magnesio, que puedan ser utilizados como soportes carbonosos para la preparación de catalizadores efectivos en la reducción de nitratos.

Los soportes carbonosos se han preparado por activación química de lignosulfonato de magnesio con H_3PO_4 , variando la relación de impregnación (masa H_3PO_4 / masa lignosulfonato de magnesio) entre 1 y 4, y a una temperatura de activación de 500 °C. Una vez obtenidos los soportes carbonosos, se ha depositado, por el método de la humedad incipiente, una carga de Pd y Cu del 5 y 3%, respectivamente. Se han obtenido catalizadores con distinta textura porosa, produciéndose un desarrollo de la micro y, especialmente, mesoporosidad al aumentar la relación H_3PO_4 /lignosulfonato, lo que ha generado catalizadores con superficies específicas de 1050 m²/g y volumen de mesoporo de 2,1 cm³/g.

Estos catalizadores se han probado en la reducción catalítica de nitratos en un reactor discontinuo, tipo batch, utilizando una concentración inicial de nitratos de 100 mg/L a 25 °C, con una dosis de catalizador de 2 g/L y utilizando H_2 como agente reductor en la reacción. Se han obtenido velocidades de reducción elevadas y conversiones de nitratos del 100 % para aquellos catalizadores que presentan mayor desarrollo de la mesoporosidad. Además, se observa una disminución del rendimiento a NH_4^+ y un aumento del rendimiento a N_2 sobre los catalizadores con mayor desarrollo poroso.

Palabras clave: H_3PO_4 , lignosulfonatos de magnesio, reducción, nitratos

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación a la Junta de Andalucía (UMA18-FEDERJA-110 y P18-RT-4592) y al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (RTI2018-097555B-I00).

Influencia de las escorrentías en los parámetros fisicoquímicos del agua bruta en la ETAP de Venta Alta (Bizkaia)

A. Prieto¹, I. Gisbert¹, M. Ortueta¹, M. Celaya¹, R. Aguado¹, F. Mijangos¹, M. Bartolome², L. Hernando² y S. Paunteros²

¹ Universidad del País Vasco (EHU/UPV). Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación Ingeniería ambiental y desarrollo sostenible, ING-SOS.² Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (CABB).

ager.prieto@ehu.eus

En la corriente de salida del agua tratada de los tanques de almacenamiento de la E.T.A.P. de Venta Alta (Arrigorriaga, España) se produce un ligero incremento de la turbidez en los periodos estivales cuando se emplea dióxido de cloro como desinfectante.

La variación de los parámetros del agua en la entrada de la planta de tratamiento ha demostrado tener impacto sobre la generación de la turbidez en la fase final del proceso. Entre los que se puede destacar la aportación del río Arratia al embalse donde se captan el agua. Así como la influencia de las precipitaciones sobre el terreno, pudiendo deberse esto al aumento de las escorrentías en las zonas próximas al embalse, modificando sustancialmente la concentración de sales y sustancias húmicas del sistema.

La modificación repentina de las condiciones del agua trae consigo una alteración en el Índice de Saturación de Langelier (ISL). Dicho índice relaciona el pH teórico de equilibrio del agua de la planta con el pH real, es por ello que, la correcta adecuación del ISL resulta clave para amortiguar los vaivenes de la corriente de entrada del proceso.

Los sólidos asociados al aumento de turbidez son de tipo inorgánico. A partir de estos resultados se ha planteado como mecanismo principal la desestabilización de la disolución sobresaturada en carbonatos (principalmente de calcio) que tiende a precipitar lentamente sobre la poca materia en suspensión coloidal (núcleos de cristalización, SiO₂) formándose un silicoaluminato complejo de calcio y hierro, constituyentes principales de la turbidez post tratamiento.

La formación de sólidos suspendidos en el agua se ve favorecida por el efecto de la temperatura sobre la cinética de generación de la turbidez. Es por ello que se ha concluido que un aumento de la temperatura en los depósitos de almacenamiento trae consigo un aumento de turbidez.

Palabras clave: Dióxido de cloro, dosificación, índice de Langelier, turbidez.

Generación de sólidos suspendidos asociados a la turbidez post-tratamiento en ETAP

A. Prieto¹, I. Gisbert¹, M. Ortueta¹, M. Celaya¹, R. Aguado¹, F. Mijangos¹, M. Bartolome², L. Hernando² y S. Paunteros²

¹ Universidad del País Vasco (EHU/UPV). Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación Ingeniería ambiental y desarrollo sostenible, ING-SOS. ² Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (CABB).
ager.prieto@ehu.eus

Se ha descrito un modelo cinético que refleje la generación de turbidez en los depósitos de almacenamiento de Venta Alta (Arrigorriaga, España). Como punto de partida se ha iniciado un desarrollo de un algoritmo capaz de modelar y simular un tanque intermedio de almacenamiento de agua potable de una de las plantas de tratamiento más importantes del País Vasco, para determinar los parámetros del índice de Langelier y optimizar el uso de reactivos mediante el programa Scilab.

En el modelo que se ha propuesto que la generación de sólidos es proporcional a la floculación pericinetica ligada a la difusión browniana, a la concentración de sales incrustantes que se puede expresar mediante el exceso de concentración de calcio (tomando este elemento como referencia por ser la sal mayoritaria entre todas las presentes en el agua) y, por lo tanto, al índice de saturación de Langelier.

La materia orgánica natural actúa como depósito de sustancias precursoras de productos de oxidación no deseados. Las sustancias húmicas de la materia orgánica son ricas en estructuras aromáticas que están relacionadas con la generación de subproductos halogenados.

La concentración de sales incrustantes se puede expresar a partir del exceso de concentración de calcio (ΔCa) que se obtiene al inhibirse la reacción de oxidación de la materia orgánica natural que hay en el medio mediante la dosificación de ClO_2 . Por lo tanto, la diferencia de concentraciones de cationes desestabilizantes de calcio en el agua que nace de la diferencia de trihalometanos (THM).

$$\Delta Ca = \alpha \cdot [(THM)_{Clmax} - (THM)_{ClO_2}]$$

Agrupando los parámetros constantes en un único término (k_0) se obtiene la siguiente ecuación para predecir la formación de turbidez en el tanque de almacenamiento de la E.T.A.P.

$$Q_e \cdot S_e - Q_s \cdot S_s + V_T \cdot [k_0 \cdot (ISS - 1) \cdot \Delta Ca] = V_T \cdot \left(\frac{dS}{dt}\right)$$

Palabras clave: Algoritmo, turbidez, modelo cinético, índice de Langelier, scilab.

Tratamientos terciarios asistidos por UVC para la eliminación de contaminantes emergentes en matrices reales de EDAR

R. López¹, L. Santos-Juanes¹, A.M. Amat¹, E. Zuriaga², J. Climent² y A. Arques¹

¹ Universitat Politècnica de València, Alcoy, España. Dpto. de Ingeniería Textil y Papelera. Grupo de procesos de oxidación avanzada. ² Sociedad Fomento Agrícola Castellonense S.A. (FACSA), Castellón, España.
ruloti@epsa.upv.es

El desarrollo de actividades antropogénicas tales como la agricultura o la industria química y farmacéutica generan diferentes compuestos que son conocidos como contaminantes emergentes (CECs, del inglés “Contaminants of Emerging Concern”) y son una amenaza para el medio ambiente (M. Česen, et al. (2019). *Sci. Total Environ.* 650, 2446-2453). Su presencia en las aguas residuales ha despertado un continuo interés en el desarrollo de tratamientos terciarios para la eliminación de estos compuestos en las EDAR (L. Rizzo, et al. (2019). *Sci. Total Environ.* 655, 986–1008).

Los tratamientos terciarios consisten en procesos fotoquímicos, en la mayoría de los casos basados en una fuente de irradiación. Por lo tanto, la adaptación de estos procesos para la eliminación o desinfección de CECs adquiere gran interés. Por ejemplo, el ajuste de la dosis de irradiación o la adición de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) o de sales de hierro (Fe^{2+}) pueden mejorar los procesos terciarios existentes. Esta combinación es la base del proceso foto-Fenton (N. Diaz-Elsayed, et al. (2019). *Resour Conserv. Recy.* 145, 94-112). En particular, se han estudiado diferentes concentraciones de sales de hierro (añadidas como Fe^{2+}) y de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) mientras se irradia con luz UVC utilizando efluentes reales de EDAR añadiendo acetaminofeno.

Se estudió la eliminación del acetaminofeno usando agua destilada, agua del grifo y EDAR. Se comprobó que la principal diferencia era que el tiempo necesario para eliminar el contaminante era más rápido cuando se utilizaba agua destilada; esto se debe al efecto de las sales disueltas y a la presencia de materia orgánica. A continuación, se probó el proceso en continuo utilizando diferentes caudales. Se comprobó que cuanto mayor era el caudal, menor era el porcentaje de eliminación. Los resultados muestran que la radiación UV elimina el contaminante. Se observa también que el proceso se acelera cuando se burbujea nitrógeno debido a que el oxígeno desactiva los estados excitados del acetaminofeno, disminuyendo así la fotólisis directa. Además, la previa coagulación-floculación favorece el proceso, ya que, de esta forma, el agua presenta menor turbidez y menor cantidad de sólidos en suspensión. Sin embargo, al añadir Fe^{2+} se acelera el proceso, aunque de forma menos significativa que cuando se añade H_2O_2 . Así mismo el efecto de añadir ambos es el que acelera más el proceso (6 mg/L de Fe(II) y 2.2 g/L de H_2O_2).

Palabras clave: CECs, EDAR, fotofenton, peróxido, UV.

Agradecimientos: UPV - Cátedra FACSA-FOVASA y Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital (AICO/2021/014).

Eliminación de 5-Fluoruracilo en fase acuosa mediante oxidación avanzada

S. Rodríguez, R. Baillo, A. Santos y A. Romero

Universidad Complutense de Madrid. Dpto. Ingeniería Química y Materiales. Grupo de Investigación INPROQUIMA
sergioro@ucm.es

La presencia de contaminantes farmacológicos en los residuos hospitalarios es un grave problema debido a su complejidad y al riesgo ambiental que lleva asociado. La concentración de estos contaminantes disminuye a medida que las corrientes de descarga hospitalarias se mezclan con otras, hasta llegar a las estaciones de tratamiento convencionales en las que, de forma general, no se consiguen eliminar dichas sustancias.

En este trabajo se seleccionó el fármaco 5-Fluorouracilo como contaminante modelo, tratando a escala de laboratorio soluciones acuosas de diferentes concentraciones de este contaminante, comparando dos metodologías de eliminación basadas en el empleo del reactivo de Fenton:

- Oxidación homogénea en la que se utilizó peróxido de hidrógeno (H_2O_2) como oxidante y sulfato de hierro heptahidratado ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) como catalizador en medio ácido.
- Oxidación heterogénea en la que se utilizó peróxido de hidrógeno (H_2O_2) como oxidante y goetita ($Fe^{3+}O(OH)$) como catalizador en medio neutro y aplicando luz cuya longitud de onda pertenece al espectro visible.

Empleando una concentración de H_2O_2 de 8,3 mM y 0,5 mM de hierro a 20°C se consigue eliminar completamente el fármaco en los primeros 5 minutos empleando catálisis homogénea y alrededor de 16 horas empleando goetita como catalizador. Sin embargo, respecto al consumo de H_2O_2 éste se reduce a la mitad en el caso de emplear el catalizador heterogéneo. Además, en el caso de emplear goetita como fuente de hierro, la práctica totalidad de los átomos de flúor contenidos en las moléculas de 5-Fluoruracilo son liberados al medio de reacción en forma de iones flúor, por lo que no quedarán intermedios de reacción fluorados presentes en el medio de reacción. Por el contrario, en la oxidación homogénea, sólo el 60-70% de los átomos de flúor han pasado a su forma iónica. Ventajas adicionales del empleo de goetita son su bajo precio y abundancia, además de que permite trabajar a valores de pH neutros sin pérdida de hierro por lixiviación.

Palabras clave: 5-Fluorouracilo, goetita reactivo Fenton heterogéneo, reactivo Fenton homogéneo.

Agradecimientos: Los autores desean expresar su agradecimiento al proyecto S2018/EMT-4317 (CARESOIL-CM).

Evaluación de la degradación del microplástico poliamida 6.6 con un tratamiento de foto-Fenton

E. Marcelino-Perez¹, M. A. Bonet², A. Arques¹, R. Vicente¹, M. Mora³ y R. López¹

¹ Grupo de procesos de oxidación avanzada, Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Universitat Politècnica de València, Campus de Alcoy, Alcoy, Spain ² Grupo de Investigación Gestión Integral en la Industria Textil, Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Universitat Politècnica de València, Campus de Alcoy, Alcoy, Spain ³ Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada, Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, Campus de Alcoy, Alcoy, Spain joraraq1@epsa.upv.es

La contaminación por microplásticos (MPs) se ha convertido en uno de los problemas más importantes en los sistemas terrestres y acuáticos debido a sus características y propiedades, que dificultan su degradación en condiciones ambientales y métodos tradicionales. Los procesos de oxidación avanzada (POAs) han ganado atención debido a su capacidad para eliminar una amplia variedad de contaminantes recalcitrantes específicamente el proceso foto-Fenton que, a partir la alta generación de radicales hidroxilos puede favorecer la degradación de estos MPs.

La poliamida 6.6 (PA66) es uno de los MPs más utilizados a nivel doméstico e industrial y su bioacumulación en el medio acuoso es muy alta en los últimos tiempos (C. Wang, et al (2020), doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.124357). En este estudio, se evalúa la degradación de PA66 a diferentes tiempos de tratamiento con foto-Fenton, con un proceso optimizado después de un diseño experimental con dos factores: cantidad de hierro y de peróxido de hidrógeno.

La degradación fue seguida por análisis FESEM, FT-IR y DSC. FT-IR no muestra cambios significativos en la composición y principales grupos funcionales de PA66 antes y después de la degradación. Sin embargo, FESEM muestra la formación de agujeros sobre la superficie de PA66 después de 7 y 100 h, los cuales fueron más evidentes con tiempos de degradación mayores, así como también el diámetro de los agujeros formados aumentó con el aumento del tiempo de degradación. El punto de fusión de PA66 mostró aumentos y disminuciones en diferentes tiempos de degradación atribuidos a varios factores relacionados con el proceso de degradación, como por ejemplo una alteración de la cristalinidad de la fibra (H. Luo, et al. (2021), doi: 10.1016/j.jhazmat.2021.125342).

Palabras Clave: Foto-Fenton, microplásticos, poliamida 6.6

Agradecimientos: The authors wish to thank the Spanish Ministry of Science, Innovation and Universities (MCIU) for funding under the CalypSol Project (Reference: RTI2018-097997-B-C31-AR). PhD Scholarship from CONACYT for E. Marcelino-Perez (709357) is acknowledged.

Evaluación y comparación de alternativas del ciclo integral del agua mediante análisis del ciclo de vida para abastecimiento industrial

J. Rodríguez-Chueca, A. Criado-Bañuelos y J. Pérez

*Departamento de Ingeniería Química Industrial y Medio Ambiente, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, C/José Gutiérrez Abascal 2, 28006, Madrid, España.
jorge.rodriquez.chueca@upm.es*

Las tecnologías de regeneración y reutilización de aguas residuales se plantean como una solución a la escasez de recursos hídricos en determinadas zonas del planeta, donde las demandas de agua no pueden satisfacerse con fuentes naturales. Sin embargo, la tendencia actual a nivel mundial, y en especial dentro de los planes de la Unión Europea, apunta hacia un creciente interés en el incremento de la regeneración y reutilización de las aguas residuales dentro de las estrategias de economía circular, con el objetivo de reducir el impacto ambiental y la disminución del uso de recursos naturales.

El presente trabajo pretende abordar la cuestión de los resultados ambientales reales del uso de estas tecnologías y las diferencias entre cada caso concreto utilizando la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Para responder a esta pregunta se analiza un caso de estudio real en el norte de España, comparando los impactos ambientales de un sistema tradicional de abastecimiento de agua, y una alternativa de planta de regeneración de aguas residuales para el abastecimiento de agua de uso industrial. Los resultados obtenidos muestran un mayor impacto ambiental producido por el sistema alternativo de abastecimiento basado en el uso de aguas residuales regeneradas, para casi todas las categorías estudiadas debido a un mayor consumo de energía y productos químicos. El consumo de energía es el factor que provoca el principal impacto en la mayoría de las categorías de impacto para ambos sistemas estudiados, incluida la asociada al consumo de recursos hídricos. Dentro del resto de categorías, en las que el impacto no está determinado por el consumo de energía, las categorías relacionadas con el impacto sobre la salud humana, el consumo de productos químicos y el tratamiento de residuos y vertidos son los factores más relevantes. ¿Es por lo tanto menos sostenible la regeneración y reutilización de las aguas residuales? La respuesta es que la sostenibilidad del sistema deberá analizarse de manera específica caso por caso. Lo que se puede afirmar es la utilidad de la metodología del ACV como herramienta para mejorar la toma de decisiones de gestión, incluyendo las relacionadas con la gestión de los recursos naturales, donde los recursos hídricos aparecen como un punto realmente importante.

Palabras clave: Análisis de Ciclo de Vida; ciclo del agua; reutilización aguas residuales.

Agradecimientos: J. Rodríguez-Chueca agradece a la Comunidad de Madrid por la financiación del Proyecto de investigación IN_REUSE (APOYO-JOVENES-X5PKL6-88-KZ46KU) dentro del en el marco del convenio plurianual con la Universidad Politécnica de Madrid, y por el programa de excelencia del profesorado universitario.

Decoloración de digestato mediante fotoxidación para cultivo de microalgas

C. Ruiz¹, D. Hermosilla¹ e I. de Godos¹

¹ Universidad de Valladolid. Dpto. Departamento de Ingeniería química y tecnología del medio ambiente.

César.Ruiz.Palomar@uva.es

A la hora de cultivar microalgas aportamos a estas nutrientes procedentes del digestato. Este digestato es el resultado de la digestión anaerobia del Purín. Los digestatos contienen gran cantidad de sustancias que aportan turbidez a la balsa de upgradding fotosintético. Esta coloración impide la entrada de luz a la balsa y por lo tanto reduce la tasa de actividad fotosintética de las microalgas.

Para la mejora fotosintética del biogás en biometano, es necesario que el digestato se disuelva con agua en la laguna de algas, para mantener altos valores de actividad fotosintética y por lo tanto conseguir una mayor absorción de CO₂ del biogás a tratar. Al aumentar la transmitancia de luz visible de los digestatos, las algas pueden captar mayor irradiación y por lo tanto se consigue un incremento de la tasa fotosintética. De esta forma no sería necesario el consumo tan elevado de agua para diluir el digestato en la balsa de microalgas.

Los objetivos de este artículo son Incrementar la actividad fotosintética de las microalgas en el fotobiorreactor. Reducir tanto los tiempos de adaptación de las microalgas en el fotobiorreactor, como el consumo de agua en el proceso de dilución. Para ello se utiliza luz ultravioleta y peróxido de hidrógeno como catalizador.

En una disolución de digestato 1:10, se consigue un porcentaje de eliminación de color del 40 %. El crecimiento de la biomasa algar fue más rápido en el digestato fotoxidado que en el digestato sin tratar. Desde el día inicial, de inoculación con algas, las algas inoculadas en el digestato tratado solamente tardaron 3 días en comenzar a crecer. Sin embargo, la biomasa algar tardó más a crecer en el digestato sin tratar (39 días).

Palabras clave: Purín, upgradding, digestato, fotoxidación, microalgas, fotobiorreactor.

Agradecimientos: Universidad de Valladolid y a la Funge por el contrato predoctoral.

Estabilidad de surfactantes aniónicos y no-iónicos con persulfato activado por álcali y oxidación selectiva de COCs en emulsión

D. Lorenzo¹, R. García-Cervilla¹, A. Romero¹ y A. Santos¹

¹ Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Ingeniería Química y de Materiales. Grupo INPROQUIMA.
dlorenzo@ucm.es

La contaminación del suelo por compuestos orgánicos clorados (COCs) es un problema global. Estos compuestos tienen una alta persistencia en el medio ambiente, siendo un alto riesgo para la salud humana y el medio ambiente. La baja solubilidad de la mayoría de estos compuestos en el agua hace posible la formación de fases líquidas densas no acuosas (DNAPLs) (Lorenzo, García-Cervilla et al. (2020) <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124798>). La tecnología de oxidación química in-situ mejorada por surfactantes (S-ISCO) es un proceso prometedor que reduce los tiempos para la eliminación de DNAPLs (Besha, Bekele et al. (2018) <http://dx.doi.org/10.1016/j.eti.2017.08.004>).

La compatibilidad entre los tensioactivos y los oxidantes es un aspecto importante de la eficacia del proceso S-ISCO (García-Cervilla, Santos et al. (2021) <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141782>). Por ello, en este trabajo se ha estudiado la estabilidad de cuatro surfactantes, tres de ellos no iónicos E-Mulse 3 (E3), Tween 80 (T80), y una mezcla de T80 y Span 80 (TS80) y el cuarto surfactante aniónico: dodecil sulfato de sodio (SDS), con el agente oxidante seleccionado (persulfato activado por álcali) para la eliminación de un DNAPL formado por 28 COCs, generado como residuo líquido en la producción de lindano. Los experimentos se llevaron a cabo en un reactor discontinuo de PTFE. Los COCs totales, la pérdida de la capacidad de solubilización y el consumo de oxidante fueron analizados. Tras 24 h de oxidación, la capacidad de solubilización de los surfactantes no iónicos se redujo considerablemente hasta alcanzar un valor constante. El E3 mostró la menor pérdida de la capacidad de solubilización (<50%). Sin embargo, T80 y TS80 perdieron más del 90%. Esta pérdida de la capacidad de solubilización se debió a la oxidación no deseada de surfactante por los radicales (OH[•]) formados por la activación alcalina del persulfato. Además, esto provocó un elevado consumo del oxidante. El SDS no se vio afectado por el oxidante y no se observó pérdida de capacidad tensioactiva ni consumo de oxidante, siendo el tensioactivo más estable. Por el contrario, el SDS tiene la menor capacidad de solubilización inicial de todos los surfactantes estudiados. El uso de surfactantes demostró una eliminación de COCs más rápida que en ausencia de estos. No obstante, aunque E3 mejoró la eliminación de COCs respecto del SDS, el consumo improductivo de oxidante y la pérdida de capacidad de solubilización de COCs fue mayor. Este estudio permitió establecer que el S-ISCO es una técnica prometedora para la eliminación de los residuos de la fabricación del lindano.

Palabras clave: Persulfato activado, DNAPL, consumo improductivo, estabilidad surfactante.

Agradecimientos: Este trabajo fue apoyado por el Programa LIFE de la UE (LIFE17 ENV/ES/000260), la Comunidad de Madrid, a través del proyecto CARESOIL (S2018/EMT-4317), el Ministerio de Economía de España proyecto (S2018/EMT-4317), y el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, a través del proyecto CTM2016-77151-C2-1-R. Raúl García-Cervilla agradece la subvención del FPI español (ref. BES-2017-081782).

Preparación de cátodos de carbono con centros activos de perovskita $\text{LaMn}_x\text{Cu}_{1-x}\text{O}_3$ para aplicación en procesos electro-Fenton

S. Díaz-Rullo, A. Cruz, M.I. Pariente, R. Molina, J.J. Espada y F. Martínez

Grupo de Ingeniería Química y Ambiental (GIQA), Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid.
sara.diazrullo@urjc.es

Los procesos electroquímicos son actualmente una alternativa muy eficaz para la eliminación de contaminantes orgánicos persistentes de aguas residuales dentro de los procesos de oxidación avanzada. Entre ellos, se debe destacar el proceso electro-Fenton, el cual permite la generación de radicales hidroxilo a partir de la producción *in situ* de peróxido de hidrogeno por la reducción electroquímica de oxígeno. El uso de catalizadores sólidos en suspensión ha sido explorado durante la última década para evitar el uso de sales de hierro como catalizador ya que requieren su separación tras el tratamiento y limitan el pH de operación a valores de pH ácidos.

Más recientemente, se han desarrollado algunos trabajos que han incorporado la fase activa del catalizador Fenton sobre electrodos de matriz carbonosa con el objeto de alcanzar: i) una efectiva producción de peróxido de hidrogeno electroquímicamente y ii) su descomposición efectiva en radicales para la oxidación de los contaminantes adsorbidos sobre la propia superficie. En este trabajo se han preparado varios electrodos funcionalizados con perovskita $\text{LaMn}_x\text{Cu}_{1-x}\text{O}_3$ como fase activa del proceso Fenton, empleando tres tipos de tintas para su aplicación sobre un electrodo de tela de carbono: i) tetrafluoroetileno sulfonado (Nafion®), ii) politetrafluoroetileno (PTFE) and ii) fluoruro de polivinilideno (PVDF). Resultados previos demostraron una alta actividad del material en polvo $\text{LaMn}_x\text{Cu}_{1-x}\text{O}_3$ como catalizador en el proceso electro-Fenton.

Los electrodos preparados se han probado como cátodos en un reactor electro-Fenton a escala laboratorio (100 mL) utilizando azul de metileno como contaminante modelo y un ánodo de Ti/Pt. Se utilizó una disolución acuosa de 50 mM de Na_2SO_4 como electrolito, manteniendo una temperatura de 22 ± 2 °C y un pH $6,1\pm 0,1$ (pH natural de la disolución). Los resultados obtenidos muestran que el electrodo preparado con la tinta de tetrafluoroetileno sulfonado presenta una mayor actividad con una mineralización de COT del $48,5 \pm 1,5$ % al cabo de 3 horas, sin observarse pérdidas significativas de las especies activas por lixiviado. La estabilidad de los electrodos, así como su actividad en sucesivos ensayos catalíticos se están evaluando actualmente.

Palabras clave: Electro-Fenton, perovskita, Nafion, PTFE, PVDF, azul de metileno.

Agradecimientos: Se agradece la financiación a través del proyecto de la Comunidad de Madrid (REMTAVARES-CM S2018/EMT- 4341).

Preparación de catalizadores a partir de lodos de refinería para procesos de oxidación tipo Fenton

A. de Mora, M.I. Pariente, Y. Segura, J.A. Melero y F. Martínez

Departamento de Tecnología Química y Ambiental, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, 28933, Madrid.

fernando.castillejo@urjc.es

Actualmente los lodos resultantes del tratamiento de las aguas de refinería son un residuo peligroso que requiere su gestión externamente a la refinería. El lodo de refinería es una mezcla compleja compuesta por agua, aceite y una fracción de sólidos del 39 % en peso. Esta fracción sólida contiene un 27 % en peso de cenizas, siendo el hierro el elemento predominante con un 11 % en peso. En este trabajo se ha propuesto la valorización de la fracción sólida como materiales catalíticos tras diferentes métodos de activación para su aplicación en procesos de oxidación avanzada tipo Fenton.

Los materiales se han preparado siguiendo un método que implica seis etapas: (1) lavado con HCl 2 M durante 60 min del sólido separado; (2) pre-oxidación bajo atmósfera de aire estático a 420 °C durante 120 min; (3) molienda con KOH con una relación KOH:sólido 2:1; (4) activación en atmósfera de N₂ a 850 °C durante 80 min; (5) lavado con agua; y (6) pirólisis en atmósfera de N₂ a 800 °C durante 120 min. Las etapas 1 y 6 se incorporaron al método de activación con KOH, alcanzándose materiales con mayores contenidos en carbono y superficies específicas. Se han desarrollado materiales con superficies específicas comprendidas entre 486 y 1340 m²/g y contenidos en Fe y C entre 7,5 y 13,1%, y 22 y 49 %, respectivamente.

La actividad y estabilidad de estos materiales se han evaluado como catalizadores tipo Fenton en la degradación de un contaminante modelo (azul de metileno) empleando diferentes temperaturas (25 - 50 °C), pHs iniciales (3 - 7), concentraciones de peróxido de hidrógeno (25 - 75% de la concentración estequiométrica para la mineralización) y catalizador (32 - 96 mg/L)

El catalizador sintetizado sin lavado ácido (etapa 1) y sin pirólisis (etapa 6), ha alcanzado a un pH inicial de reacción de 4 y 50 °C, degradaciones de azul de metileno de un 69 % en apenas 2 minutos y su eliminación completa a 240 min (habiéndose descartado su eliminación por adsorción). Asimismo, la lixiviación del Fe del catalizador después de 20 min de tratamiento fue de un 1,4 % del contenido en Fe del catalizador (0,06 mg/L en el medio de reacción). Estos resultados evidencian una elevada actividad y estabilidad del catalizador en condiciones suaves de operación sin necesidad de acidificar el pH habitual del proceso Fenton. Actualmente, se están probando todos los materiales preparados bajo diferentes condiciones de operación para evaluar su potencial como catalizadores en procesos Fenton.

Palabras clave: Azul de metileno, carbones activados, Fenton, valorización fangos.

Agradecimientos: Se agradece la financiación a través de los proyectos CTM2017-82865-R y REMTAVARES-CM (52018 / EMT-4341).

Evaluación de dispositivos experimentales de desinfección UV-LED para la reutilización de aguas residuales

C. Sanz¹, I. de Godos, V. Alonso², M.D. Hermosilla³ y A.M. Gascó

¹ Universidad de Valladolid. Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente. Grupo GIR ECO-GES, Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioenergía (EiFAB), email: carlossanzsanmiguel@gmail.com

² Departamento de Física Aplicada, EiFAB, Universidad de Valladolid. ³ Departamento de Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid

Este trabajo se centra en el estudio y desarrollo de sistemas de desinfección UV-LED destinados a la regeneración de aguas residuales. Dicha regeneración tiene por objetivo generar efluentes útiles para la agricultura y de esta forma reducir la presión sobre los recursos hídricos. Se realizaron experimentos batch y continuos, con muestras reales de aguas residuales, para evaluar la eficiencia de la irradiación en términos de inactivación de colonias de *E. coli*, parámetro de calidad para la reutilización incluido en la legislación actual vigente.

Se utilizaron cinco LED emisores a 275 nm para los experimentos, implementados en un circuito electrónico conectado a un sistema de refrigeración y alimentación continua con regulador de intensidad, para variar su amperaje de trabajo (50, 100 y 200 mA-intensidad nominal). La distancia entre los LED y las muestras de aguas residuales se fijó en 1 cm (según ÖNORM M5873-1). El efluente utilizado se recogió en la EDAR de Garray (Soria), entre el tratamiento biológico secundario por fangos y el proceso terciario de ultrafiltración con membranas, con el objetivo de utilizar muestras reales.

Los experimentos batch se realizaron en placas de Petri, exponiéndolas a distintos tiempos, y homogeneizadas por medio de agitación magnética. Mediante impresión 3D se construyeron dos reactores de 6 cm de largo para la realización de pruebas continuas. El reactor 1 consiste en un tanque simple, alimentado por la parte inferior y drenando por la parte superior opuesta. En el reactor 2 se añadió una pared interior transversal para aumentar la agitación de la muestra en el interior del reactor eliminando las corrientes de circulación preferencial. El agua residual se inyecta mediante una bomba peristáltica a distintos caudales, extrayendo alícuotas y realizando las mismas pruebas de inactivación y reactivación bacteriana. Se alcanzaron niveles de desinfección suficientes para la reutilización de aguas con consumos energéticos considerablemente inferiores a los alcanzados en sistemas convencionales de desinfección UV.

Actualmente se está implementando el uso de catalizadores, para el desarrollo de un sistema fotocatalítico acoplado, que permita combinar la desinfección bacteriana y la degradación de contaminantes emergentes y prioritarios, también presentes en las aguas residuales. El análisis de los resultados estará disponible este año.

Palabras clave: Desinfección UV-LED, Inactivación bacteriana, Reutilización de aguas residuales.

Estudio cinético de reactividad de antibióticos en procesos de oxidación avanzada basados en ozono y radiación UV

A.M. Chávez, J. López, F.J. Beltrán, A.M. Udaondo y P.M. Álvarez

Universidad de Extremadura. Instituto Universitario de Investigación del Agua, Cambio Climático y Sostenibilidad (IACYS). Grupo de Investigación de Tratamiento de Aguas
anaudaondo@unex.es

La resistencia bacteriana a los antibióticos supone una de las grandes amenazas actuales para el hombre y los animales. La proliferación de estas bacterias se ve favorecida por la presencia de concentraciones crecientes de antibióticos en el medio acuático como consecuencia del uso masivo de los mismos y las limitaciones de las estaciones depuradoras para eliminarlos. Los procesos de oxidación avanzada (POA) basados en ozono y radiación UV se encuentran entre las alternativas tecnológicas más efectivas para la degradación de antibióticos, bacterias resistentes a los antibióticos y sus genes en aguas residuales. La literatura científica recoge numerosos estudios cinéticos en los que se determina la reactividad de antibióticos de diferente naturaleza con los agentes oxidantes de estos POA (UV, O₃, HO[•]). Los métodos e instalaciones experimentales empleados en estas determinaciones son muy diversos por lo que los resultados no son uniformes. En este trabajo se han seleccionado más de 15 antibióticos de uso frecuente, pertenecientes a diferentes clases (macrólidos, quinolonas, tetraciclinas, penicilinas, cefalosporinas, etc.) y se han determinado de forma sistemática los siguientes parámetros: rendimiento cuántico a 254 nm ($\phi_{254\text{nm}}$), constante cinética de la reacción ozono-antibiótico (k_{O_3}) y constante cinética de la reacción HO[•]-antibiótico. Los resultados obtenidos mostraron, en algún caso, discrepancia con los publicados por otros autores. En general, los valores obtenidos para los parámetros estimados se encontraban en los siguientes rangos: $\phi_{254\text{nm}}=10^{-3}$ - 2×10^{-1} mol.fotón⁻¹; $k_{\text{O}_3}=5 \times 10^2$ - 2×10^6 M⁻¹s⁻¹; $k_{\text{HO}}=10^9$ - 2×10^{10} M⁻¹s⁻¹.

Palabras clave: Antibióticos, ozono, procesos de oxidación avanzada, radiación ultravioleta.

Agradecimientos: Esta investigación se llevó a cabo a través del Proyecto PID2019-104429RB-I00 (MCIN/AEI/10.13039/501100011033) y la ayuda a grupos de investigación GR21053 de la Junta de Extremadura y Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER).

Tratamiento de lodos residuales de papelera con larvas de insectos

M.J. San José¹, M. Saloña², S. Alvarez¹, R. López¹ y A. Urtiaga²

¹ Universidad del País Vasco UPV/EHU. Bilbao. Dpto. de Ingeniería Química. Grupo de Investigación: María José San José Universidad del País Vasco UPV/EHU ² Universidad del País Vasco UPV/EHU. Bilbao. Dpto. de Zoología y Biología Celular Animal
mariajose.sanjose@ehu.es

El proceso de fabricación de papel a partir de papel reciclado genera una gran cantidad de residuos, de los cuales alrededor del 70% están constituidos por lodos de destintado, generados en el proceso de eliminación de tintas (Monte et al. (2009) Waste Management, 29, 2009, 293) con un alto contenido en humedad (100% base seca). Una alternativa novedosa de valorización de esta fuente renovable de biomasa es el tratamiento con larvas de insectos. La remediación del lodo con larvas de díptero permite reducir el residuo hasta una cantidad mínima de pupas remanentes.

En la literatura se han publicado resultados del comportamiento de las larvas de dípteros en cadáveres (Williams (2005). The animal and poultry waste management center, 17). El crecimiento de las larvas depende entre otros factores de la temperatura, la humedad y la calidad de la alimentación. La *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), conocida como mosca soldado negra, debido al color oscuro de su cuerpo, presente en la Península Ibérica, es muy apreciada en procesos de reducción de residuos orgánicos (Martínez-Sánchez et al. (2011), Forensic Sci Int 206, 76).

Se ha realizado un estudio de tratamiento de lodos de destintado de industria papelera con larvas de díptero, suministradas por la empresa Bioflytech S.L. Los lodos de destintado empleados tienen un diámetro medio de Sauter de 2.81 mm, densidad 1125 kg/m³ y un contenido en humedad de 50 % (base húmeda). El procedimiento ha consistido en utilizar dos unidades experimentales, una unidad para el control en el que se han introducido 100 larvas en un recipiente cubierto por una malla, con alimento estándar como sustrato. La segunda unidad consiste en un recipiente también cubierto por una malla en la que se ha introducido el mismo número de larvas y sustrato lodo de destintado de una industria papelera de fabricación de papel tissue.

Se ha realizado un seguimiento del crecimiento de las larvas con el tiempo, determinando el aumento de tamaño y de peso como consecuencia de la alimentación. El desarrollo de la larva concluye con la muda, aumento de tamaño y conversión en una mosca. Se ha observado que alrededor de 4% de las larvas mueren o abandonan el recipiente. Transcurrido un mes, el 20% de las larvas alimentadas con lodo de destintado se han transformado en moscas, al igual que en el recipiente de control alimentado con comida estándar, en el que se obtuvieron resultados similares.

Palabras clave: *Hermetia illucens*, larvas de insectos, lodos de papelera, remediación.

Agradecimientos: Agradecimientos al Ministerio de Economía y Competitividad por la financiación y a la Unión Europea por la cofinanciación con fondos FEDER del Proyecto CTQ2017-89199-P.

Estudio de la aplicación del proceso foto-Fenton en la degradación de contaminantes emergentes presentes en aguas de EDAR

J. Arévalo¹, R. Vicente¹, A. Arques¹, M. Mora² y A. Amat¹

¹ Grupo de procesos de oxidación avanzada, Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Universitat Politècnica de València, Campus de Alcoy, Alcoy, Spain ² Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada, Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, Campus de Alcoy, Alcoy, Spain
joraraq1@epsa.upv.es

La evolución de la sociedad actual ha permitido el desarrollo de diferentes tecnologías químicas y farmacéuticas. Estas tecnologías han ido generando una serie de nuevos residuos conocidos como contaminantes emergentes (CECs), los cuales no tienen un proceso de eliminación adecuado afectando negativamente al medio ambiente ya que las plantas de tratamiento de aguas residuales actuales no son capaces de eliminarlos. Adicionales tratamientos, acoplados a las EDARs, se hacen necesarios para su tratamiento y eliminación (L. Rizzo, et al. (2019). Sci. Total Environ. 655, 986–1008).

Esta serie de procesos adicionales conocidos como tratamientos terciarios y, en concreto los procesos foto-Fenton pueden ser de gran utilidad. Estos procesos se basan en la utilización de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en presencia de sales de hierro con una fuente de radiación (luz solar) para provocar la degradación de estos contaminantes. Por otro lado, se estudia también su efecto de en la reducción de la cantidad de carbono orgánico total en disolución (TOC).

En el caso de la reducción de TOC, se estudió un posible punto óptimo para cada caso de hierro y pH, mediante el estudio de matrices Doehlert y fue llevado a planta piloto. Este punto óptimo obtenido, fue aprovechado también a la hora de estudiar la degradación de los CECs en simulador solar, donde se estudiaron varias matrices acuosas para ver la diferencia del agua de EDAR frente a la de red y la destilada. Además, se probaron diferentes condiciones tanto de Fe^{2+} como de H_2O_2 y, finalmente, se observó el efecto de una coagulación-floculación en dicho tratamiento.

En el caso del TOC los resultados en planta piloto muestran la mayor facilidad de reducción en aguas mas limpias. La realización de un proceso terciario a la salida de la EDAR reduce el TOC en un 70% mientras en el agua de entrada es del 50%. En el caso de la eliminación de CECs se observa que el control de la adición de Fe^{2+} y de H_2O_2 es crucial para mejorar enormemente la cinética de la eliminación de los CECs. En todo caso, la realización de un proceso de coagulación-floculación, acelera el proceso en mayor medida, acercándolo más al comportamiento en medios más favorables para la eliminación de CECs.

Palabras clave: Contaminantes emergentes, EDAR, Foto-Fenton, TOC

Agradecimientos: Los autores quieren agradecer el soporte financiero a la Unión Europea (EU), H2020 (2018–2022) (Ref. 776816, Project Ó).

Actividad catalítica del cobre en procesos tipo Fenton con aguas salinas

X. Orts, L. Santos-Juanes, A. Amat, A. Arques y J. Arévalo

*Universitat Politècnica de València. Dpto. Ingeniería Textil y Papelera. Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada.
joraraq1@epsa.upv.es*

La posibilidad de reutilizar desechos procedentes de la actividad industrial como fuente de nuevos recursos es un gran paso para lograr un futuro sostenible. Uno de los posibles desechos a reutilizar son las aguas procedentes de procesos industriales de recubrimientos metálicos debido principalmente a sus altas concentraciones en metales de transición. Una de las habilidades que se les puede otorgar a los metales de transición es la posibilidad de actuar como catalizadores de procesos tipo Fenton.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar cómo la presencia de altas concentraciones de iones de cloro puede mejorar el comportamiento del cobre como catalizador en procesos tipo Fenton y en qué rango de pH se pueden obtener buenos resultados. Los contaminantes modelo a degradar fueron amoxicilina, carbamazepina, acetaminofeno y cafeína. Todos ellos a una concentración de 50 mg/L. Como agente oxidante se usó el peróxido de hidrógeno a una concentración de 1 g/L. El tiempo de ensayo en todos los casos fue de una hora.

En primer lugar, se realizó un estudio de los pH a los que se podía llevar a cabo la degradación de los contaminantes en disolución junto a una concentración de 10 g/L de NaCl. El rango de estudio de pH fue entre 5 y 8 obteniendo un óptimo alrededor de 6,5. A pHs más ácidos la actividad del cobre en disolución fue muy baja y para valores superiores al óptimo se observó una disminución de la actividad, aunque no tan pronunciada.

Una vez establecido el pH óptimo, se realizaron una serie de ensayos para analizar el efecto de la concentración de iones de cloro en la degradación final. Para ello se prepararon disoluciones en el rango de 0 a 36 g/L de NaCl llegando a emplear agua marina real. En los resultados obtenidos se puede observar como a altas concentraciones de iones de cloro, el proceso se acelera y se obtienen mayores degradaciones finales. Este efecto se explica por la formación de un complejo cobre-cloro 1:1 detectado a través de un ensayo tipo Job Plot.

El cobre ha mostrado una buena actividad catalítica en altas condiciones de salinidad, similares a las aguas marinas, teniendo un pH óptimo de trabajo cercano al pH natural de estas aguas. Por ello se considera un gran potencial en el tratamiento de aguas altamente salinas o incluso marinas aprovechando efluentes reales que contienen al cobre en disolución.

Palabras clave: Fenton, cobre, cloruros, pH neutro.

Agradecimientos: Este proyecto ha recibido financiación del Ministerio de Economía y Competitividad de España RTI2018-097997-B-C31. X. Orts agradece al Ministerio de Educación y Formación Profesional por su beca de colaboración.

SESIÓN PÓSTERES II

Recuperación de fósforo en forma de estruvita en el efluente tras oxidación húmeda de lodos de depuradora

J. Cañas^{1,2}, S. Álvarez-Torrellas¹, V.I. Águeda¹, B. Hermana² y J. García¹

¹Universidad Complutense de Madrid. Dpto. Ingeniería Química y de Materiales. Grupo de Investigación: Catálisis y Procesos de Separación. ²Ecolotum, Energía Recuperable, S.L., Calle del Cidro, 3, 28044 Madrid, España.
icanas@ucm.es

La oxidación húmeda es un proceso de tratamiento de residuos acuosos con alta carga orgánica, bajo condiciones elevadas de temperatura (200-325°C) y presión (20-200 bar), llevado a cabo en presencia de oxígeno y en fase líquida (Foussard, J.N., et al. (1989). J. Environ. Eng., 115(2), 367-385).

El tratamiento de lodos de depuradora mediante esta tecnología genera un efluente líquido con importante presencia de nutrientes, nitrógeno en forma amoniacal (848 mg N-NH₄⁺/L) y fósforo, como ortofosfato (86 mg P-PO₄³⁻/L) susceptibles de recuperación. La importante presencia de fósforo aporta valor a la tecnología por tratarse de un elemento clave en el concepto de economía circular, debido a la creciente demanda para su uso agrícola, así como por su carácter no renovable según sus cuotas de extracción actual (Munir, M.T., et al. (2019). J. Clean. Prod., 232, 1043-1052).

En este contexto, este trabajo explora la precipitación de estruvita (NH₄MgPO₄·6H₂O) para su uso como fertilizante, optimizando los parámetros de operación: pH, entre 7,5-9,5 y ratio molar Mg:P, entre 1:1–2:1, utilizando MgCl₂·6H₂O como fuente de magnesio y NaOH como agente de control de pH. La temperatura (25°C) y velocidad de agitación (150 rpm) se mantuvieron constantes en todos los ensayos.

Se ha medido la concentración de fósforo en forma de PO₄³⁻ en el efluente antes y después de la precipitación. La composición de la estruvita precipitada se caracterizó mediante ICP-OES y análisis microelemental, y se utilizó la técnica de difracción de rayos X para comparar la estructura cristalina del precipitado con la estruvita pura.

A pH 8,5 y ratio molar Mg:P de 1,8 se alcanzó una recuperación del 94,3% del fósforo presente en el líquido, obteniéndose un precipitado con un contenido en fósforo del 11,6% frente al 12,6% presente en la estruvita pura, lo que supone una pureza de más del 92%.

Palabras clave: Estruvita, fósforo, lodos depuradora, oxidación húmeda.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación obtenida por la Comunidad de Madrid a través del proyecto de Doctorado Industrial (IND2019/AMB-17114), Red REMTAVARES S2018/EMT-4341, al fondo social europeo y al Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial por la financiación a través del programa NEOTEC. JCJ agradece a la CAM la concesión de su Doctorado Industrial.

Diseño de lagunas de alta carga de microalgas asistido por modelización biocinética e hidrodinámica

A. Ortiz¹, J. García¹, R. Díez-Montero^{1,2} y E. Uggetti¹

¹ GEMMA – Grupo de Ingeniería y Microbiología del Medio Ambiente, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya. antonio.ortiz.ruiz@upc.edu ² GIA – Grupo de Ingeniería Ambiental, Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente, Universidad de Cantabria.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en microalgas se están investigando con renovado interés debido a su alta capacidad para eliminar nutrientes y el potencial aprovechamiento de la biomasa de microalgas para convertirla en bioproductos o bioenergía. Los sistemas abiertos como las lagunas de alta carga (HRAP) son los más utilizados, debido a su versatilidad, fácil operación y bajos costes de operación y mantenimiento. En el reactor coexisten microalgas y bacterias, y se eliminan materia orgánica y nutrientes sin necesidad de aireación externa, debido al oxígeno producido mediante la fotosíntesis de las microalgas. Sin embargo, la aplicación de HRAP a escala real es todavía limitada. Además, los métodos y procedimientos de diseño de HRAP no están estandarizados. Numerosos estudios a escala laboratorio o piloto han demostrado que la radiación solar y la temperatura son factores limitantes para la tasa de crecimiento y la actividad biológica. Además, la configuración hidráulica de la laguna puede tener una significativa influencia en el rendimiento y un correcto dimensionamiento biológico y diseño hidrodinámico son cruciales para maximizar la eficiencia en sistemas HRAP a escala real.

En este estudio se ha llevado a cabo el dimensionamiento y diseño a nivel de detalle de dos HRAP a escala demostrativa (superficie 670 m² y caudal 50 m³/día) para su construcción en la ciudad de Aligarh (India). Se ha utilizado modelización biocinética y análisis hidrodinámico mediante Computational Fluid Dynamics (CFD) para asistir y optimizar el diseño de las HRAPs. El software utilizado para ambos modelos ha sido COMSOL Multiphysics (Ortiz et al. (2022) Computational and Structural Biotechnology, 20, 386–398).

Para la modelización biocinética se ha utilizado el modelo BIO_ALGAE, desarrollado por el grupo GEMMA, que incorpora los principales fenómenos biológicos de las microalgas y bacterias. Las simulaciones mostraron que el tiempo óptimo de cultivo, tanto en términos de eliminación de nutrientes como de producción de biomasa, es de 4-5 días, obteniendo una concentración efluente de 300 mg/L. Para la modelización hidrodinámica se construyó un modelo 3D de las lagunas que fue utilizado para simular el comportamiento hidrodinámico de diferentes configuraciones y analizar la presencia de zonas de baja velocidad donde la biomasa puede sedimentar de manera indeseada. El uso de deflectores en los giros y la construcción en forma de lágrima en los extremos de los muros centrales lograron homogenizar la velocidad de circulación y evitar las zonas muertas.

Palabras clave: biocinética, CFD, escala demostrativa, HRAP, microalgas.

Agradecimientos: Trabajo financiado por la Comisión Europea (proyecto PAVITR, 821410).

Gestión de residuos agroalimentarios y lodos en el marco de la economía circular: producción de energía y fertilizantes mediante codigestión anaerobia

L. Sillero, R. Solera y M. Pérez

*Department of Environmental Technologies, IVAGRO, Faculty of Marine and Environmental Sciences (CASEM),
University of Cádiz, Pol. Río San Pedro s/n, 11510 Puerto Real, Cádiz, Spain.
Leonor.sillero@uca.es*

El trabajo abordado en este Proyecto de Investigación se centra en la mejora del proceso convencional de digestión anaerobia aplicando la co- y tri- digestión de residuos orgánicos de interés en nuestra comarca, en un proceso con separación de fases. La codigestión anaerobia permite mejorar la calidad del efluente con una mayor reducción en sólidos volátiles y un aumento en el rendimiento de metano, aumentando la estabilidad y fiabilidad del proceso. Por otro lado, el proceso con separación de fases de microorganismos mejora la estabilidad del proceso global al optimizar las condiciones de operación de cada etapa a la vez que permite obtener productos finales, hidrógeno y metano, de forma separada. Concretamente, la tecnología aplicada está conformada por dos bioreactores conectados en serie: en el primero se opera a temperaturas termofílicas (55°C) y pH ácido (5.5) y en el segundo se imponen temperaturas mesofílicas (35°C) y pH en torno a 7.5. De este modo, en el primer reactor se favorece la actividad de los microorganismos formadores de ácido y en el segundo se favorecen las bacterias metanogénicas. Los productos finales son biohidrógeno en la primera etapa y biometano en la segunda, además de un efluente apto para ser catalogado como biosólido clase A (Tena et al., (2021), <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.11.258>; Zahedi et al., (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2013.09.002>). Para el desarrollo del trabajo se abordaron diferentes estudios de optimización del tiempo hidráulico de retención (THR) de los digestores termofílicos-acidogénicos. De esta forma se seleccionaron las condiciones óptimas que maximizan la producción de hidrogeno. El efluente generado en este reactor se utiliza para alimentar a los digestores mesofílicos-metanogénicos. Análogamente, y siguiendo el mismo procedimiento de reducción del TRH, se identificó el óptimo de funcionamiento en cuanto a rendimiento de metano y eficiencia depurativa. Los resultados obtenidos muestran un óptimo en el rendimiento de hidrógeno de 40,41 mL H₂/g SV para un THR de 5 días. El máximo rendimiento de metano en la segunda etapa se obtuvo a un THR de 12 días, con valores promedio de 391 mL CH₄/g SV. En cuanto a la eficiencia depurativa de sólidos volátiles en la primera etapa se logró un 33% y en la segunda un 56%. De forma global, el sistema TPAD mostró una eliminación de sólidos volátiles superior a 93% y una eliminación de ácidos grasos volátiles en el efluente de 97%. Además, el sistema TPAD consigue un nivel de inactivación de patógenos en el efluente que permiten su clasificación como biosólidos clase A.

Palabras clave: Biohidrógeno, biometano, codigestión anaerobia, TPAD, biosólidos clase A.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el Proyecto Gestión de residuos agroalimentarios y lodos en el marco de la economía circular: producción de energía y fertilizantes mediante codigestión anaerobia en planta piloto (P18-RT-1348) del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020).

Cultivo de cianobacterias en agua residual tratada para la recuperación de bioproductos

M. Bellver¹, E. Rueda¹, V. Senatore², R. Díez-Montero^{1,3}, I. Ferrer¹, T. Zarra², V. Naddeo² y J. García¹

¹ Universitat Politècnica de Catalunya. Dpto. Ingeniería Civil y Ambiental. Grupo de investigación: GEMMA – Grupo de Ingeniería y Microbiología del Medio Ambiente. ² Universidad de Salerno. Dpto. Ingeniería Civil. Grupo de Investigación: Sanitary Environmental Engineering Division (SEED). ³ Universidad de Cantabria. Dpto. Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente. Grupo de investigación: GIA – Grupo de Ingeniería Ambiental.
marta.bellver@upc.edu

Las cianobacterias se han cultivado como plataformas prometedoras para producir compuestos de valor añadido tales como lípidos, polihidroxicanoatos (PHA) y pigmentos naturales (Rueda, E. et al., (2020), *Process Saf. Environ. Prot.* 139, 241–250). El uso de aguas residuales como fuente de nutrientes, es una oportunidad para reducir los costes de producción de las cianobacterias y sus bioproductos derivados (Arias, D. M. et al., (2020), *New Biotechnology*, 55, 46–57.). El objetivo del presente estudio fue evaluar el cultivo de cianobacterias a escala piloto utilizando agua residual como medio de cultivo para la producción de lípidos, polihidroxibutirato (PHB) y pigmentos naturales (ficobiliproteínas). Se utilizó un fotobiorreactor de 30 L alimentado con efluente del tratamiento secundario de una estación depuradora de aguas residuales para cultivar *Synechocystis* sp. Para determinar las condiciones óptimas de cultivo, se estudiaron tres tiempos de retención hidráulica (TRH) diferentes (6, 8 y 10 días). La biomasa cosechada se usó para extraer y cuantificar las ficobiliproteínas, o se transfirió a fotobiorreactores de columna vertical de 3 L para estimular la acumulación de PHB y lípidos en ausencia de nutrientes (N y P). Se alcanzó una productividad máxima de biomasa de 0.18 g L⁻¹ d⁻¹ y una concentración de 1.4 g L⁻¹ con un TRH de 8 días. En cuanto a la producción y recuperación de bioproductos, se mantuvo una composición estable de ficobiliproteínas, alcanzándose una concentración máxima del 7 %. Con respecto al PHB, se alcanzó una concentración máxima del 5 % después de 7 días en limitación de N y P, mientras que se acumularon hasta un 45 % de lípidos después de 30 días en limitación de P.

Palabras clave: Bioproductos, cianobacterias, efluente secundario, fotobiorreactor, microalgas

Agradecimientos: Los autores quieren agradecer el apoyo recibido por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MCIU), la Agencia Nacional de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) [AL4BIO, RTI2018-099495-B-C21]. Estel Rueda agradece al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (FPU18/04941), y Marta Bellver y Rubén Díez Montero agradecen al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PRE2019-091552 y IJC2019-042069-I, respectivamente) sus becas.

Biotecnología Ambiental y su microbiología

S. Astals¹, M. Peces² y J. Dosta¹

¹ Universidad de Barcelona. Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación: Biotecnología Ambiental.

² Universidad de Aalborg. Dpto. Chemistry and Bioscience. Grupo de Investigación: Centre for Microbial Communities.
sastals@ub.edu

La cercana jubilación del Prof. emérito Joan Mata-Álvarez, un referente nacional en el campo de la digestión anaeróbica y otras biotecnologías para la valorización de residuos y aguas residuales, abre un tiempo de incertidumbre y oportunidades para el grupo de Biotecnología Ambiental de la Universidad de Barcelona. Seremos capaces de estar a la altura de su legado? Seremos capaces de entender y explotar las fortalezas y debilidades de los nuevos líderes del grupo? Seremos capaces de mantener su extensa red de contactos? Lograremos atraer financiación para apoyar nuestras investigaciones?

La ponencia tiene como finalidad principal explicar nuestra visión así como compartir con la Red META las líneas de investigación que queremos desarrollar durante los próximos años con la voluntad de establecer colaboraciones (o intercambio de conocimiento) en el corto y medio plazo. Las líneas de investigación que queremos priorizar son las siguientes: (1) digestión anaeróbica de purines y FORSU en reactores de mezcla perfecta y de aguas residuales de alta carga en digestores anaeróbicos de membrana (proyecto LIFE+ GREEN SEWER), (2) fermentación y cofermentación de residuos orgánicos municipales y agroindustriales para producir ácidos grasos volátiles y alcoholes para apoyar otras biotecnologías (proyecto MES-AGV), (3) producción y biodegradación de bioplásticos (proyecto RES URBIS, col. PLASTICOPYR), (4) procesos de recuperación de membranas para la recuperación de nitrógeno amoniacal de los purines (osmosis directa, membranas selectivas de amonio) (proyecto con financiación privada), y (5) la precipitación de estruvita utilizando fuentes de magnesio de bajo coste (subproductos ricos en magnesio) (proyecto MAGNYFOS). Transversal a estas líneas de investigación queremos lanzar una línea de investigación en ecología microbiana, con el objetivo de aumentar el conocimiento de la microbiología que gobierna o influye (p. ej. biopelícula en membranas) estas (bio)tecnologías.

Palabras clave: Digestión anaeróbica, fermentación, microbiología, procesos de membrana, valorización de residuos

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia e Innovación PID2019-111284RB-I00, RTC2019-007257-5, RYC-2017-22372.

Producción y evaluación de biofertilizante de microalgas obtenidas tras el tratamiento de agua residual

A. Álvarez-González¹, E. Uggetti¹, L. Serrano², G. Gorchs², I. Ferrer¹ y R. Díez-Montero^{1,3}

¹ *Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Ingenieria Civil y Ambiental. Grupo de Ingenieria y Microbiología del Medio Ambiente (GEMMA)* ² *Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Ingenieria Agroalimentaria y Biotecnología.*

³ *Universidad de Cantabria. Departament de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente. Grupo de Ingenieria Ambiental (GIA)*

ana.alvarez.gonzalez@upc.edu

Los sistemas basados en microalgas son una alternativa a los sistemas intensivos de tratamiento de aguas residuales, reduciendo el coste y mejorando la sostenibilidad del proceso. La biomasa de microalgas producida podría utilizarse como un biofertilizante de liberación lenta, proporcionando nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo) a los cultivos, fomentando así la bioeconomía circular. De esta manera, se reduciría la necesidad de fertilizantes inorgánicos y la consecuente contaminación del suelo y de las aguas subterráneas. En este contexto, el presente estudio tuvo dos objetivos principales: tratar agua residual urbana con microalgas y evaluar el efecto de la biomasa de microalgas como biofertilizante en el cultivo de albahaca. El agua residual doméstica se trató en dos lagunas de alta carga con un volumen total de 900 L, ubicadas en Barcelona, de febrero a junio de 2021. La biomasa de microalgas obtenida se dejó sedimentar y se centrifugó para obtener una pasta húmeda, que se utilizó como biofertilizante tras ser almacenada a 4°C. El biofertilizante, con un 12% de materia seca y una concentración de nutrientes de 7.6% N, 1.6% P y 0.9% K, se empleó en cultivos de albahaca. El experimento, llevado a cabo en un invernadero utilizando macetas de 1 L, tuvo una duración de cinco semanas. Se aplicaron tres tratamientos diferentes: un tratamiento control con un fertilizante líquido mineral, un tratamiento con biofertilizante de microalgas y un tercer tratamiento que consistió en una combinación de fertilizante líquido mineral y biofertilizante de microalgas. Los parámetros biométricos (número de hojas, peso fresco y peso seco de tallos y hojas) solo mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el peso seco de las hojas. Las plantas con el biofertilizante presentaron un peso seco de hojas 27% mayor que en el tratamiento con fertilizante inorgánico. Los resultados indican que el biofertilizante de microalgas producido a partir de agua residual puede ser una alternativa prometedora a los fertilizantes inorgánicos.

Palabras clave: Agua residual, biofertilizante, bioeconomía circular, microalgas.

Agradecimientos: Trabajo cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del programa Interreg POCTEFA 2014-2020 de la Unión Europea, proyecto FERTILWASTES (EFA307/19), y por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España a través del Programa Estatal de I+D+i, proyecto CYRCLE (PID2020-113866RA-I00). E. Uggetti y R. Díez-Montero agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación su financiación (RYC2018-025514-I and IJC2019-042069-I, respectivamente).

LIFE-ECOdigestion 2.0: un proyecto para alcanzar la economía circular en EDAR

M.J. Tárrega¹, P. Granel¹, C. Lafita¹, P. Rojo^{1,2}, T. Montoya¹ y G. Fayos^{1,2}

¹ Global Omnium Medioambiente, S.L. Gran Vía Marqués del Túria, 17, 46005, Valencia ² Empresa General Valenciana del Agua, S.A (EGEVASA). Gran vía Marqués del Túria, 17, 1º Pta.4, 46005, Valencia
mitarrega@globalomnium.com

Las EDAR en la UE emiten más de 27 millones de toneladas de CO₂ asociado al consumo energético (Lotti (2016), PhD Thesis) y producen en torno a 300 toneladas anuales de fango (Eurostat).

Por otro lado, el sector agroalimentario genera 88 millones de toneladas anuales de residuos de origen animal y vegetal en la UE. Aparte del coste, estos residuos emiten el 5% de los GEI. Concretamente se generan 1.560 millones de toneladas de purines anuales en la UE, de las que 283 son de porcino, provocando la emisión de 46.387 millones de toneladas de CO₂ (Foged et al. (2011), Inventory of manure processing activities in Europe. Technical Report No. I).

Estos residuos presentan un elevado potencial de producción de energía en forma de biogás, en concreto, en España se producen 62 millones de metros cúbicos de purín anuales y 50 millones de toneladas de residuos agroalimentario, con un potencial de 992 y 2.600 millones de metros cúbicos de biogás respectivamente, lo que supone el 4,2 % de la producción anual de gas natural. En el caso del agua residual, se estima una producción de 11.062 GWh.

El proyecto LIFE ECODigestion 2.0 permitirá codigerir simultáneamente residuos agroalimentarios junto al fango de EDAR aumentando la producción de biogás y optimizando las instalaciones existentes. La aplicación de la herramienta ECODigestion 2.0 es un paso hacia la autosuficiencia energética en EDAR y, finalmente, hacia la neutralidad del carbono en el sector del tratamiento de residuos y agua residual.

El proyecto desarrolla una herramienta informática, permite el control automático de la codigestión de forma que se obtiene 1) producción de biogás bajo demanda, 2) incremento de la producción de biogás por el uso de mezclas óptimas, 3) control de la digestión anaerobia, 4) análisis de la rentabilidad y control económico, 5) cálculo de la producción bioquímica de metano, 6) simulación de la digestión y codigestión, 7) control de la estabilidad, 8) codigestión de purines.

Palabras clave: Codigestión, purines, residuo agroalimentario.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido cofinanciada por el instrumento de financiación LIFE de la Unión Europea bajo el convenio de subvención LIFE19 ENV/ES/000098 "LIFE ECODigestion 2.0".

Evaluación de una estrategia de control para la limpieza fotosintética de biogás en un fotobiorreactor a escala semi-industrial

M.R. Rodero^{1,2}, A. Carvajal^{1,3}, Z. Arbib⁴, E. Lara⁴, C. de Prada², R. Lebrero^{1,2} y R. Muñoz^{1,2}

¹ Universidad de Valladolid. Dpto. Ingeniería Química y Tecnología del medio ambiente. ² Universidad de Valladolid. Instituto de procesos sostenibles. ³ Universidad Técnica Federico Santa María. Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. ⁴ FCC Servicios Ciudadanos.
mrrodero@iq.uva.es

El biogás constituye uno de los subproductos con mayor potencial de valorización del tratamiento anaerobio de aguas residuales debido a su alto contenido en metano (60-75%). Sin embargo, la presencia inherente de CO₂ (30-40%) disminuye la capacidad calorífica del biogás mientras que el H₂S (0.005-2%) es un compuesto corrosivo y tóxico. Por consiguiente, estos contaminantes deben ser eliminados para poder utilizar el biogás como sustituto del gas natural (CO₂<2%, O₂<1% y CH₄>90% de acuerdo con la actual normativa española, BOE-A-2018-14557). En este contexto, la limpieza integral de biogás a biometano (upgrading) basada en la simbiosis entre microalgas y bacterias en fotobiorreactores constituye una opción medioambientalmente sostenible y tecnológicamente viable para la eliminación simultánea de CO₂ y H₂S del biogás. En este proceso, las microalgas utilizan la luz solar para la fijación del CO₂ transferido desde el biogás, con la consiguiente generación de O₂. Este O₂ generado *in-situ* en el fotobiorreactor es utilizado por las bacterias quimioautótrofas para la oxidación del H₂S a SO₄²⁻/S⁰. Además, los nutrientes necesarios para el crecimiento de los microorganismos pueden obtenerse de los digestatos anaerobios.

La purificación fotosintética del biogás normalmente es implementada en una columna de burbujeo, donde se absorben el CO₂ y el H₂S (este último oxidándose *in-situ*), interconectada mediante la recirculación del caldo de cultivo a una laguna algal de alta tasa donde el CO₂ se fija fotosintéticamente. El funcionamiento de estos sistemas en el exterior puede verse influido por los cambios ambientales, siendo uno de los más críticos el pH, que impacta en la transferencia de masa gas-líquido de H₂S y CO₂. Además, la eficiencia del proceso de upgrading puede verse afectada por las variaciones en la producción diaria del biogás, así como por problemas operacionales (fallos en la bomba de líquido de recirculación o en el compresor de biogás).

La validación de una estrategia de control, basada en cambios en el caudal de recirculación del caldo de cultivo, que permita mantener o restaurar la calidad del biometano bajo variaciones ambientales o fallos operacionales, fue llevada a cabo en una columna de absorción (150 L) interconectada con un fotobiorreactor a escala semi industrial (9,6 m³) con resultados muy prometedores.

Palabras clave: Biogás, biometano, microalgas, sistema de control.

Agradecimientos: El proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación de la Unión Europea Horizonte 2020 bajo N°. 689242 (proyecto INCOVER), del gobierno regional de Castilla y León y el programa europeo FEDER (CLU 2017-09 y UIC 071).

Recuperación de energía y fósforo mediante carbonización hidrotermal de digestato

M.A. de la Rubia, J.D. Marín-Batista, A. Sarrión, R.P. Ipiates, M. Tobajas, E. Díaz y A.F. Mohedano

*Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, 28049, Madrid
angeles.delarubia@uam.es*

El trabajo evalúa el potencial de la carbonización hidrotermal (HTC) del digestato generado en los digestores anaerobios de EDAR en la recuperación de energía y nutrientes (P). La HTC es un proceso termoquímico que permite transformar residuos orgánicos, con elevada humedad, en un producto sólido rico en carbono (hidrochar). Además, en el proceso se origina una fracción líquida (agua de proceso), con elevada concentración de materia orgánica, y un gas, principalmente constituido por CO₂. El tratamiento hidrotermal del digestato se realizó en el intervalo de temperatura 180 - 240 °C. El lavado de los sólidos obtenidos con HCl 1 N permitió obtener hidrochars con un elevado contenido en carbono (55,8% frente a 32,6%, para el tratado a 240 °C). La lixiviación ácida disminuyó en un 50% el contenido de cenizas, dando lugar a hidrochars mejorados, similares al lignito, con poder calorífico en el intervalo 20,5 - 23,1 MJ/kg. Durante el tratamiento hidrotermal, el P total contenido en el digestato (45,8 mg P/g digestato) se retuvo mayoritariamente en el hidrochar (90% a 180 °C; 75% a 240 °C). La temperatura de carbonización no afectó al contenido de fósforo inorgánico (apatito y no apatito) en el hidrochar, que se mantuvo en torno al 60%. Sin embargo, el fósforo orgánico incrementó su concentración en la fase líquida con el aumento de la temperatura de carbonización. La lixiviación ácida de los hidrochars permitió la recuperación de P mediante precipitación con CaO a pH 9, obteniéndose en torno a 42 mg P/g digestato, valor que se encuentra en el intervalo de algunas rocas fosfóricas de bajo grado.

La digestión anaeróbica del agua de proceso permitió la recuperación de energía adicional en forma de biogás. La producción de metano alcanzó 325 mL STP CH₄/g SV para el agua de proceso obtenida a 180 °C y un valor inferior (279 mL STP CH₄/g SV) para la obtenida a 210 °C. Estos valores resultaron significativamente más elevados que los observados para el digestato (150 mL STP CH₄/g SV). El aumento de la temperatura de carbonización mostró un efecto negativo en la biodegradabilidad anaeróbica del agua de proceso, especialmente la generada a 240 °C, en la que se inhibió por completo la metanogénesis. Por ello, se recomienda realizar la HTC a temperaturas suaves (180 - 210 °C), lo que permite recuperar en torno al 95% de la energía contenida en el digestato (contenido energético del hidrochar junto al metano generado a partir del agua de proceso).

Palabras clave: Carbonización hidrotermal, Digestión anaerobia, Fango digerido, Recuperación de energía y fósforo

Agradecimientos: MINECO (PID2019-108445RB-I00; PDC2021-120755-I00) y Comunidad de Madrid (S2018/EMT-4344).

Separación y purificación de ácidos orgánicos procedentes de la oxidación de lodos activados

M. Zabatta¹, D. Núñez¹, P. Oulego¹, S. Collado¹, F.A. Riera¹ y M. Díaz¹

¹ Universidad de Oviedo. Dpto. de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente. Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores.
oulegopaula@uniovi.es

Los ácidos orgánicos de cadena corta (AOCC) son ampliamente utilizados en la industria química y alimentaria (Sprakel, L., Schuur, B., <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.10.023>). Sin embargo, la producción de buena parte de estos AOCC depende de materias primas fósiles (Zumalacárregui de Cárdenas, L., Zumalacárregui de Cárdenas, B., <https://doi.org/10.1002/9781119568858.ch10>), por lo que es necesario desarrollar formas de producción sostenibles a partir de fuentes renovables. Los lodos activados de depuradora (LAD) pueden servir de materia prima renovable para la producción de AOCC mediante procesos hidrotérmicos degradativos como la oxidación húmeda (OH). Posteriormente, los AOCC pueden ser recuperados tras una pre-purificación mediante extracción líquido-líquido (ELL). Por tanto, el objetivo ha sido optimizar la producción de AOCC a partir de LAD tratado hidrotérmicamente. Para ello, se pre-purificó el LAD oxidado mediante ultrafiltración y se estudió la extracción de AOCC del permeado obtenido mediante ELL.

En este trabajo, la producción de AOCC a partir de LAD se optimizó realizando tratamientos de OH a 160, 180 y 200°C, tomando muestras periódicas durante 5 h. La máxima concentración de ácidos orgánicos (6069,4 ppm) se alcanzó a 160°C tras 240 min. El lodo oxidado en las condiciones óptimas fue prefiltrado con una membrana cerámica de 50 kDa, y el permeado obtenido fue a su vez filtrado con una membrana de 1 kDa. Ambas filtraciones se realizaron tanto con recirculación del permeado (TR) como en concentración del retenido (VCR). El ensuciamiento durante ambas filtraciones fue estudiado mediante los modelos de resistencias en serie y los modelos de Hermia. Se obtuvieron flujos medios de 49.28 (TR) y 17.03 (VCR) L/m²h con la membrana de 50 kDa, y de 9.79 (TR) y 3.81 (VCR) L/m²h con la de 1 kDa. Tras las filtraciones se obtuvo un permeado con una reducción de número de color del 87% con respecto al lodo oxidado de partida.

Los AOCC estudiados fueron extraídos del permeado final mediante ELL utilizando mezclas de trioctilamina, tributilfosfato o una combinación de ambos con octan-1-ol en distintas proporciones (10:90, 25:75 y 40:60).

Palabras clave: Ácidos orgánicos, extracción líquido-líquido, lodos activados, membranas, oxidación húmeda

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo económico del Ministerio de Ciencia e Innovación de España a través del proyecto MCIU-19-RTI2018-094218-B-I00 y el recibido por la Oficina de Empleo, Industria y Turismo del Principado de Asturias a través del proyecto AYUD/2021/51041. D. Núñez agradece al Principado de Asturias la concesión de la beca predoctoral Severo Ochoa (BP19-093).

Modelización CFD hidrodinámica y bioquímica de digestores anaerobios a gran escala

R. Arnau¹, J. Climent², R. Martínez-Cuenca¹ y S. Chiva¹

¹ Universitat Jaume I, Castelló. Dpto. de Ingeniería Mecánica y Construcción. Grupo de Fluidos Multifásicos

² Hydrodynamic and Environmental Services (HYDRENS), Castelló.

schiva@uji.es

La digestión anaerobia es uno de los tratamientos más utilizados para la estabilización de los lodos de depuradora o residuos orgánicos. Su capacidad para producir biogás está captando más atención y los esfuerzos se centran en aumentar la producción de biogás, siendo aconsejable asegurar una mezcla homogénea de los fangos. Esta mezcla se consigue mediante sistemas de agitación, pero la eficacia de esta mezcla se pone de manifiesto cuando se producen volúmenes muertos o una baja producción de biogás. La técnica de la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) permite analizar la mezcla y la hidrodinámica de estas unidades de proceso, por lo que es una técnica muy extendida.

En este trabajo se ha estudiado un digestor anaerobio a gran escala mediante modelos CFD, evaluando los sistemas de mezcla mediante diferentes escenarios CFD. El modelo CFD se validó de forma global mediante una curva experimental de 76 días de Distribución del Tiempo de Residencia (DTR), y se evaluaron diferentes parámetros de mezcla. Se obtuvo el tiempo de homogeneización con el que se definió un régimen de mezcla eficiente con adición de cosubstratos. Los escenarios CFD se utilizaron para evaluar los criterios de volumen muerto de bibliografía. Se propusieron nuevos criterios de volumen muerto que consideraron la fuerza de flotación y la dispersión de la turbulencia y son de aplicación general.

En segundo lugar, se desarrolló un nuevo solver en un código CFD abierto para acoplar el Modelo de Digestión Anaerobia 1 (ADM1) con la hidrodinámica. El solver incluía el cálculo del pH, la transferencia simplificada del líquido al gas y las ecuaciones del proceso de digestión anaerobia, denominándose ADM1Foam. Se probó a escala de laboratorio y a la escala real estudiada anteriormente: Por un lado, la escala de laboratorio permitió confirmar la correcta implementación del modelo mediante datos experimentales y modelos 0D-CSTR. Por otro lado, se simulaban diferentes regímenes de mezcla en ambas configuraciones, para ampliar el conocimiento sobre la relación entre el rendimiento del proceso y la mezcla. El solver reprodujo las simulaciones transitorias y demostró que una mezcla menor sería perjudicial para el proceso de digestión. Este solver es la base para el desarrollo de nuevos modelos avanzados considerando simulaciones CFD bifásicas.

Palabras clave: ADM1, agitación, CFD, Digestión anaerobia, volumen muerto.

Agradecimientos: Esta tesis doctoral se ha llevado a cabo gracias al apoyo financiero de la Generalitat Valenciana - Conselleria de Educación, Investigación, Cultura y Deporte mediante una beca predoctoral (ACIF/2016/255) y una ayuda de movilidad (BEFPI/2018/067).

Bacterias fototróficas púrpura para la recuperación de recursos de fuentes residuales orgánicas

D. Puyol, J.A. Melero, F. Martínez, R. Molina, Y. Segura, J.J. Espada, J.A. Villamil, M. Ventura, L.D. Allegue, J. San Martín, S. Díaz-Rullo Edreira, S. Chacón y D. Ramírez

*Universidad Rey Juan Carlos. Dpto. Tecnología Química y Ambiental. Grupo de Ingeniería Química.
daniel.puyol@urjc.es*

Las bacterias fototróficas púrpura son un grupo de proteobacterias anaerobias facultativas que obtienen energía a partir de la luz solar, particularmente del espectro infrarrojo. Su metabolismo es especialmente diverso, y ello hace que representen una biotecnología muy interesante para extraer recursos de fuentes orgánicas residuales heterogéneas. El grupo de ingeniería química de la Universidad Rey Juan Carlos es pionero en España en el empleo de estos microorganismos para el tratamiento de fuentes residuales orgánicas, y ha desarrollado una línea tecnológica dentro del catálogo oficial de tecnologías innovadoras. Las aplicaciones principales desarrolladas se dividen en 3 grupos:

- Biotecnologías solares para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales de baja carga de bajo coste a escala piloto
- Biotecnologías fototróficas para el tratamiento de efluentes líquidos de alta carga orgánica y su conversión en productos de alto valor añadido como polihidroxicanoatos, biohidrógeno, proteína microbiana y fertilizantes orgánicos
- Biotecnologías de foto-electrosíntesis microbiana para el tratamiento conjunto de aguas residuales y purificación de biogás

Además, la línea de trabajo se complementa con tecnologías auxiliares que permiten desarrollar foto-biorefinerías a escala laboratorio y validarlas a escala piloto, consistentes en:

- 1) Pretratamientos: los cuales permiten extraer al medio acuoso y convertir residuos sólidos en sustratos asimilables por las PPB a través de procesos térmicos (hidrólisis térmica con explosión de vapor, calentamiento volumétrico mediante microondas), catalíticos (desarrollo de catalizadores homogéneos y heterogéneos para la producción de ácidos orgánicos a partir de moléculas complejas), biológicos (fermentación y co-fermentación mesofílica y termofílica)
- 2) Postratamientos: los cuales permiten extraer compuestos de alto valor añadido de las PPB (tales como PHA, carotenoides o proteínas), o bien convertir la biomasa fototrófica en productos tales como biogás o fertilizantes orgánicos.

Palabras clave: Foto-biorefinerías, bioeconomía, biotecnología ambiental, bacterias fototróficas púrpura.

Sistema biológico avanzados de depuración de aguas residuales con microalgas

A. García¹, G. Quijano², M.A. Vita², D. Hermosilla¹ e I. de Godos¹

¹ Universidad de Valladolid. Dpto. Departamento de Ingeniería química y tecnología del medio ambiente.

² Universidad Autónoma de México. Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas agarcia@uva.es

El acceso a agua de calidad es esencial para la salud del ser humano, la protección del medio ambiente y el desarrollo económico. Las tecnologías convencionales de tratamiento de aguas residuales son caras y requieren mucho consumo energético. El uso de microalgas como tecnología no convencional ecológica y de bajo coste se presenta como una alternativa real.

El presente trabajo tiene por objeto relacionar el crecimiento de la biomasa, en un reactor de 1.3 L en condiciones controladas, con la irradiancia en el fondo del mismo con un medio de agua residual sintética (Devlin, T., et al. (2017). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.11.005>. También comprobar la eficiencia de la depuración con estudios analíticos de DQO, NH₄⁺ y PO₄³⁻. El trabajo se ha ejecutado en dos fases experimentales donde se cambiaba las condiciones del medio sintético entrante pasando de un medio con una DQO de 588±25 g m⁻³, Nitrógeno total (NT) 72±3 g m⁻³ y fósforo total (PT) de 13±1 g m⁻³ a un medio más débil de DQO de 280±10 g m⁻³, NT de 38.1±1.5 g m⁻³ y PT of 6.3±0.5 g m⁻³.

Los resultados obtenidos muestran una remoción en DQO de un 71±2% y 81±3% (Fase 1 y 2), de un 33±2% NT y de un 34±2% y un 47±3% PT. De la misma forma se ha ajustado el crecimiento de la biomasa algar en función de la radiación fotosintética activa de acuerdo al modelo de Beer-Lambert (Castrillo, M., et al. (2018). <https://doi.org/10.1016/J.ALGAL.2017.12.004>.

Palabras clave: Aguas residuales, depuración, microalgas.

Agradecimientos: Universidad de Valladolid por el contrato predoctoral y a la Universidad Autónoma de México por compartir su conocimiento e instalaciones durante mi estancia.

Adsorción eficiente de pesticidas neonicotinoides sobre carbón activado procedente de lodos de depuradora

E. Sanz-Santos, S. Álvarez-Torrellas, M. Larriba y J. García

Universidad Complutense de Madrid. Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales. Grupo de Investigación: Catálisis y Procesos de separación. Avda. Complutense, s/n. 28040 Madrid

evsanz08@ucm.es

satorrellas@ucm.es

La cantidad de producción de lodos de depuradora ha aumentado enormemente con el desarrollo de la industrialización y la urbanización, considerándose un problema de tratamiento de aguas residuales muy preocupante. Por lo general, el control de la producción de lodos de depuradora se lleva a cabo mediante la reducción de la producción de lodos durante la etapa de tratamiento de aguas residuales, el uso agrícola, el vertido o incluso la incineración, causando problemas de contaminación secundaria. Debido a que la legislación es cada vez más estricta, es necesario encontrar soluciones sostenibles para gestionar estos residuos en condiciones de bajo coste. Por otro lado, debido a su alta frecuencia de detección en los efluentes vertidos de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), los contaminantes emergentes y prioritarios están llamando mucho la atención de la comunidad científica, ya que causan problemas de salud, aunque se encuentran en bajas concentraciones y no se eliminan adecuadamente en las EDAR.

En este trabajo, se ha utilizado un lodo industrial procedente de una industria farmacéutica como precursor para la síntesis de un carbón activado por activación química utilizando ZnCl_2 como agente activador para posteriormente utilizarlo en la eliminación por adsorción de tres pesticidas neonicotinoides incluidos en la lista de vigilancia de la UE (Decisión 2018/840); concretamente acetamiprid (ACT), tiametoxam (THM) e imidacloprid (IMD). Teniendo en cuenta las diferentes propiedades micro-mesoporosas del carbón activado preparado, se han obtenido cinéticas lentas (24 a 144 h), pero altos valores de capacidad de adsorción utilizando una dosis baja de adsorbente (0,3 g/L). Así, para el carbón activado AC- ZnCl_2 ($S_{\text{BET}} = 558 \text{ m}^2/\text{g}$), se obtuvieron los siguientes valores de capacidad de adsorción en tiempo de equilibrio: $q_e = 128,9, 126,8$ y $166,1 \text{ mg/g}$, para ACT, THM e IMD, respectivamente. En prácticamente todos los casos, las isothermas de adsorción mostraron un perfil multicapa, indicativo de una importante contribución de la mesoporosidad de estos materiales.

Palabras clave: Adsorción, carbón activado, lodos de depuradora, pesticidas neonicotinoides.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Comunidad de Madrid la financiación obtenida mediante el Proyecto REMTAVARES (P2018/EMT-4341) y el Proyecto IND2019/AMB-17114.

Análisis de ciclo de vida comparativo entre la deposición en vertedero y el tratamiento mediante digestión anaerobia de residuos agroindustriales

E. Jiménez-Páez¹, A. Trujillo-Reyes¹, B. Alonso-Fariñas², A. Serrano^{3,4} y F.G. Feroso¹

¹Instituto de la Grasa, CSIC, Campus Universitario Pablo de Olavide – Ed. 46, Ctra. De Utrera, km. 1, Sevilla, España

²Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Escuela Técnica Superior de Ingeniería (US)-41092 Sevilla, España

³Instituto del Agua, Universidad de Granada, Granada, 18071, España ⁴Departamento de Microbiología, Facultad de Farmacia, UGR, Campus de Cartuja s/n, Granada, 18071, España

elena.jimenez@iq.csic.es

Los mercados mayoristas que comercian con frutas y verduras están muy extendidos en los países mediterráneos, generando grandes cantidades de residuos orgánicos. Actualmente, los métodos más utilizados para la gestión de estos residuos de frutas y verduras son la incineración y el depósito en vertedero, los cuales presentan algunos inconvenientes como la emisión de gases de efecto invernadero y olores. La digestión anaerobia (DA) podría valorizar estos residuos permitiendo la obtención de energía y biofertilizantes. Para evaluar si la sustitución de los tratamientos actuales por el proceso de DA ocasiona una mejora medioambiental, se debería llevar a cabo un Análisis de Ciclo de Vida (ACV). En este trabajo se realizó un ACV comparativo con el fin de identificar y comparar los impactos ambientales del sistema de gestión y tratamiento de residuos utilizado actualmente por el mercado mayorista de frutas y verduras de la ciudad de Amán (Jordania), deposición en vertedero, frente a la DA como propuesta alternativa. Para el desarrollo del ACV se utilizó el programa de cálculo Simapro, evaluándose 18 categorías de impacto ambientales proporcionadas por el método Recipe 2016 Midpoint (H). Tras llevar a cabo el ACV comparativo, el sistema de tratamiento mediante DA tuvo un menor impacto ambiental que el depósito en vertedero. Esto es debido a que en el tratamiento mediante DA se evitarían las etapas de transporte, así como la emisión de metano a la atmósfera por la descomposición de los residuos de frutas y verduras. Por otro lado, a pesar de que los dos sistemas generarían energía eléctrica, el sistema de DA produce más energía eléctrica que la deposición en vertedero. Además, en el sistema de DA se generarían dos coproductos, que no se obtendrían en el sistema actual, como compost y fertiirigante, cuya producción evitaría parte del consumo de fertilizantes inorgánicos.

Palabras clave: Bioprocesos, Categorías de impacto, Impacto ambiental, Mercado mayorista y Residuos de frutas y verduras.

Agradecimientos: A los autores les gustaría agradecer al proyecto titulado “Employing circular economy approach for OFMSW management within the Mediterranean countries – CEOMED” number A_B.4.2_0058, financiado bajo el programa ENI CBC MED 2014-2020, por financiar esta investigación. Esta investigación también fue financiada por el Ministerio de España de Economía, Industria y Competitividad mediante el proyecto PID2020-116698RB-100. El Dr. Antonio Serrano agradece a la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía su beca Emergia (EMERGIA20_00114).

Long-term assessment of wastewater treatment by microalgae-bacteria consortia in outdoor raceway reactors

R. Nordio, A. Sánchez-Zurano, E. Rodríguez-Miranda, J.L. Guzmán y F.G. Acién

Universidad de Almería, Dpto. Ingeniería Química, Dpto. Informática. ceiA3, CIESOL

nordio@ual.es

Microalgae are photosynthetic organisms that can convert solar radiation and carbon dioxide (CO₂) into valuable biomass. In the recent century, they are attracting the interest of industrial sectors such as cosmetics, human nutrition, aquaculture and animal feed, biofertilizers/biopesticides and biofuels. However, the large-scale production of microalgae biomass is still limited by the specific requirements of these microorganisms. Adequate environmental conditions such as solar radiation and temperature are required to maximize productivity. Moreover, optimal operational conditions such as culture depth and nutrient supply (C, N, P) must be also guaranteed (Posten, 2009). Nutrients are generally provided as fertilizers and their supply represents a relevant contribution to the overall production cost (Acién et al., 2012). For this reason, the coupling of microalgae biomass production with wastewater treatment is an effective way of waste remediation and a cost-effective microalgal production (Bhatt et al., 2014). The improvement of the productivity of microalgae in photobioreactors together with the achieving of the maximum removal/recovery of nutrients has become the goal of most of the research groups and companies working with microalgae. Therefore, the current study aimed to compare the annual production of microalgae biomass using both urban wastewater and freshwater plus fertilizers. It assesses the nutrients and the COD (Chemical Oxygen Demand) removal/recovery as well as the biomass productivity in both systems as a function of water type used during eight months of continuous operation of two outdoor raceways reactors in parallel, at a fixed dilution rate of 0.2 day⁻¹.

The study reveals a high efficiency in the removal of nutrients and COD of the systems. Thus, the concentrations at the outlet were below the limits of discharge for more strict regulation, P-PO₄ < 2 ppm, TKN < 15 ppm and COD <125 ppm. The Fv/Fm values suggest that the photosynthetic efficiency is not affected by the water type, while the biomass productivity remains in a range from 5 to 23 [g/m² day] depending on the season, mainly solar radiation and temperature.

Palabras clave: Microalgae, wastewater treatment, outdoor raceways reactors.

Agradecimientos: *Digitalgaesation Project* Founded by H2020 Research and Innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No.955520. *PRODIGIO Project* funded by the H2020 Research and Innovation Framework Programme (101007006). *HYCO2BO Project* funded by the Spanish Ministry of Science and Innovation (PID2020-112709RB-C21). All authors thank the Institute for Agricultural and Fisheries Research and Training (IFAPA).

Producción de *Scenedesmus almeriensis* a escala piloto: Efecto del tipo de agua sobre la calidad y composición de la biomasa producida

S. Villaró^{1,2}, A. Morillas-España^{1,2}, M. Ciardi^{1,2}, G. Acien^{1,2}, J.M. Fernández-Sevilla^{1,2} y T. Lafarga^{1,2}

¹ Universidad de Almería. Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación: BIO-352. ² CIESOL: Centro de Investigación de Energía Solar. Unidad Funcional desalación y fotosíntesis.
svc547@inlumine.ual.es

Las microalgas se presentan como alternativa clave para incrementar la sostenibilidad de la producción de alimentos. La principal ventaja de las microalgas es que pueden ser producidas utilizando diferentes tipos de agua (agua residual, agua salada o agua dulce). Además, son capaces de asimilar una gran variedad de fuentes de nutrientes, desde fertilizantes comerciales hasta subproductos agrícolas y ganaderos e incluso gases de combustión. No obstante, la composición y funcionalidad (y el valor) de las biomásas obtenidas dependen en gran medida del tipo de agua y nutrientes usados para su producción. A pesar de que se han hecho algunos estudios a nivel de laboratorio, aún no queda claro cómo afectan estos distintos tipos de agua y fuentes de nutrientes a la calidad de la biomasa.

En este trabajo se produjo la microalga *Scenedesmus almeriensis* utilizando fotobiorreactores de tipo *thin-layer* de 63 m² y agua fresca suplementada con fertilizantes, agua residual de primario y de secundario y purines de cerdo diluidos en agua de red. Los reactores se operaron en semicontinuo durante un mes con una tasa de dilución de 0.3 día⁻¹. Se observó que tanto la productividad como la composición de la biomasa estaban influenciadas por el tipo de agua usada. El reactor con mayor productividad (30.3 g·m⁻²·día⁻¹) fue el operado con agua fresca y suplementada con fertilizantes, debido a su mayor contenido en nutrientes. Por lo que respecta a la composición de la biomasa, se vieron diferencias tanto a nivel macromolecular como en compuestos más específicos. Por ejemplo, el contenido en proteínas y lípidos fue mayor en la biomasa producida con agua residual. Estas variaciones fueron atribuidas a las diferentes poblaciones microbianas identificadas en cada biomasa. Análisis de metagenómica revelaron que *S. almeriensis* solo era la más abundante en la biomasa producida con agua fresca (44.6%) y con purines de cerdo diluidos (52.9%). En la biomasa producida con agua residual de primario y de secundario, *S. almeriensis* solo representaba un 1.6 y un 4.9% del total de poblaciones eucariotas identificadas. Cabe destacar que se identificaron, en todos los cultivos, varios depredadores y parásitos del género *Amoebophilidium* y rotíferos del género *Adineta*. La proliferación de depredadores y patógenos representa un gran problema aun sin resolver a escala comercial. Se conoce muy poco acerca de estos depredadores de microalgas y es urgente desarrollar estrategias que permitan evitar o minimizar su aparición.

Palabras clave: Microalga, biomasa, producción sostenible, tratamiento de agua.

Agradecimientos: Este estudio forma parte del proyecto UAL2020-AGR-A1945 financiado por el P.O. FEDER de Andalucía 2014-2020.

Aminoácidos azufrados en sistemas aerobios granulares: Efecto en la abundancia y estructura de las comunidades microbianas

L. Pérez-Bou^{1,2}, A. Rosa-Masegosa^{2,3}, D. Correa-Galeote^{2,3}, B. Muñoz-Palazón^{2,3}, A. González-Martínez^{2,3} y J. González-López^{2,3}

¹ Universidad de La Habana. Departamento de Microbiología y Virología. Biotecnología microbiana ² Universidad de Granada. Instituto del agua. Sección de Tecnologías ambientales y Microbiología. ³ Universidad de Granada. Facultad de Farmacia. Departamento de Microbiología.

lizandra@fbio.uh.cu

Las aguas residuales industriales procedentes del sector ganadero frecuentemente están enriquecidas en proteínas y aminoácidos. Durante su tratamiento, los sistemas convencionales mediante lodos activos no pueden eliminar eficientemente altas concentraciones de aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), lo que resulta en una disminución del rendimiento del proceso de depuración. Por otra parte, la tecnología de reactores discontinuos secuenciales que emplean biomasa granular aerobia (AGS-SBRs) constituye una alternativa prometedora en el tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, el efecto de aminoácidos azufrados sobre el desarrollo y la estabilidad de los AGS-SBRs todavía se desconoce en gran medida.

Con este propósito, se operaron dos AGS-SBRs durante 90 días y se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de metionina y cisteína (50 y 100 mg L⁻¹) mediante dos estrategias de operación (aclimatación y choque) en el rendimiento del sistema, así como en la dinámica de las comunidades microbianas. De este modo, la cuantificación de las poblaciones microbianas claves en la eliminación de nutrientes se determinó mediante qPCR y la diversidad mediante secuenciación Ilimina Miseq. Finalmente, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no-multimétrico (NMS) de la comunidad microbiana y los parámetros operacionales.

En general, las distintas concentraciones de aminoácidos y las estrategias de operación no afectaron a la estabilidad de los sistemas, determinada como concentración, tamaño y velocidad de sedimentación de la biomasa. Además, se observó una adecuada eliminación de la materia orgánica, así como de metionina y cisteína. Sin embargo, la capacidad de reducción del contenido en N se redujo considerablemente en los primeros días de operación para la estrategia de choque; aunque al final del experimento se alcanzaron valores adecuados de eliminación de N en todas las condiciones empleadas. Por otra parte, *Acidovorax*, *Flavobacterium*, *Methylophilus*, *Stenotrophomonas* y *Thauera* fueron los géneros mayoritarios, independientemente de la condición ensayada. Finalmente, el análisis NMS mostró que la presencia de aminoácidos no afecta a las abundancias totales de las poblaciones microbianas. Sin embargo, la estrategia de choque moduló fuertemente la estructura de la comunidad bacteriana en ambas concentraciones de aminoácidos.

Por tanto, a pesar de estas diferencias en la composición de la comunidad bacteriana, los sistemas AGS-SBR son una tecnología eficaz en el tratamiento de aguas residuales enriquecidas en aminoácidos azufrados, independientemente de la concentración y de la estrategia de operación empleada.

Palabras clave: AGS-SBR, cisteína, metionina, secuenciación masiva, qPCR.

Agradecimientos: Lizandra Pérez-Bou agradece a la Fundación Carolina por su Beca de Doctorado. Aurora Rosa-Masegosa agradece al programa "Formación del Profesorado Universitario (FPU)" del Ministerio español de Educación y Formación profesional.

Efecto de la concentración de ácido acético, propiónico y butírico en la fermentación acidogénica

N. Perez-Esteban¹, C. Da Silva¹, J. Vives-Egea¹, C. Vidal-Antich¹, M. Peces², J. Dosta¹ y S. Astals¹

¹ Universidad de Barcelona, Dpto. Ingeniería Química. Grupo de investigación: Biotecnología Ambiental ² Universidad de Aalborg. Dpto. Química y Biociencia. Grupo de investigación: Center for Microbial Communities.

nperezesteban@ub.edu

En muchos estudios relacionados con la fermentación acidogénica operando a un pH alrededor de 5.0-6.0, se ha observado una concentración máxima estable de los productos finales como ácidos grasos volátiles (AGV) y alcoholes. Las concentraciones máximas de ácido acético, propiónico y butírico se encuentran alrededor de 5 g DQO/L, 6 g DQO/L y 8 g DQO/L, respectivamente (Fernández-Domínguez, D., Astals, S., Peces, M., Frison, N., Bolzonella, D., Mata-Alvarez, J., & Dosta, J. (2020). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123729>. Garcia-Aguirre, J., Esteban-Gutiérrez, M., Irizar, I., González-Martínez de Goñi, J., & Aymerich, E. (2019). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.03.034>, Vidal-Antich, C., Perez-Esteban, N., Astals, S., Peces, M., Mata-Alvarez, J., & Dosta, J. (2021). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143763>). Estos resultados pueden indicar una inhibición por producto, que puede controlar el rendimiento y el perfil de productos asociados a la fermentación acidogénica.

El trabajo investigó la inhibición por producto de la co-fermentación acidogénica utilizando lodos secundarios (sustrato principal) y comida sintética o celulosa como co-sustratos. Para evaluar la inhibición, se realizaron tres ensayos de co-fermentación bajo distintas concentraciones iniciales de ácido acético, propiónico y butírico. Los ensayos se realizaron en batch, a 35 °C y sin control de pH. La proporción de la mezcla (sustrato:co-sustrato) era 70:30% en base a sólidos volátiles. Durante los ensayos se monitoró AGV, alcoholes, pH y demanda química de oxígeno soluble.

Los resultados revelaron una inhibición inicial por ácido no disociado (los 4 días iniciales) en consonancia con el estudio de Xiao, K., Zhou, Y., Guo, C., Maspolim, Y. & Ng, W. (2016). <https://doi.org/10.1016/j.ies.2015.06.015>). Este efecto se ve reflejado en los 4 primeros días, donde el pH se situó ~4.5 y el ácido no disociado llegó a representar el 50% del ácido adicionado. Posteriormente, se observó un aumento del pH juntamente con un aumento de ácidos de cadena larga. La adición de ácido acético limitó la producción de propiónico y favoreció la producción de butírico. Por otro lado, la adición del ácido propiónico limitó la producción del acético y favoreció la producción de ácido valérico. Finalmente, la adición del ácido butírico favoreció la concentración de caproico y valérico, mientras que se inhibió la producción del acético y propiónico.

Palabras clave: Ácido no disociado; ácidos grasos volátiles (AGV); co-fermentación; ácidos cadena larga.

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades PID2019-111284RB-I00, RYC-2017-22372, PRE-2020-09232

Compostaje de bagazo con paja de trigo para su posterior valorización agrícola

M.V. Palenzuela¹, M. Garay², L. Orden², M.J. Fernández³, J. De Haro⁴, E. Ramos¹, J.C. Gutiérrez¹ y A. Rosal¹

¹ Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla. Dpto. Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica. RNM-033 ² Universidad Nacional del Sur, de Bahía Blanca. Dpto. de Agronomía. ³ Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla. Dpto. Sistemas Físicos, Químicos y Naturales. RNM-359 ⁴ Universidad de Córdoba. Dpto. Química Inorgánica e Ingeniería Química. RNM-940

mvpalrui@upo.es

En España, se producen, aproximadamente, 40 millones de hectolitros anuales de cerveza, siendo el cuarto productor de la UE (Cerveceros de España, 2017). En el proceso de producción, se genera en torno a 20 kg de residuo de bagazo (s.m.h) por hectolitro de cerveza, lo que supone 800.000 toneladas anuales. Esta ingente cantidad podría gestionarse mediante tecnologías sostenibles, tales como el compostaje, para aprovechar los recursos contenidos en este tipo de residuo. En este trabajo, se ha estudiado el compostaje de dos mezclas de bagazo con paja de trigo, en diferente ratio másico, para comparar la calidad de ambos procesos y el potencial de los productos para su posterior valorización agrícola. Los experimentos se han diseñado, a escala piloto, con bagazo y paja de trigo en las proporciones 2:1 y 4:1 (s.m.s.), respectivamente. En ambos casos, el proceso se ha llevado a cabo mediante sistema abierto (pila trapezoidal) durante 66 días, aireando el material con una frecuencia de un volteo cada ocho días y con aporte de agua suficiente para mantener en el material una humedad entre el 50% y el 60%. A las condiciones de operación impuestas en los ensayos de estudio, la evolución térmica interna en el material, la relación C/N y la temperatura máxima de autocalentamiento han indicado que con la mezcla 4:1 se acelera la estabilidad del material (etapa biooxidativa más acusada) si se compara con la proporción 2:1. En ambos casos, los parámetros de control de calidad analizados a los compost (pH, materia orgánica, Cu, Cd, Cr, Ni, Pb, Zn) han puesto de manifiesto que los dos procesos conducen a productos aptos para su aplicación agrícola, según RD 506/2013.

Palabras clave: biodegradable, compost, estabilidad, residuos agroindustriales.

Agradecimientos: Ayudas Grupos PAIDI UPO (RES.RECTORAL 03/03/2022).

Estudio preliminar de los nutrientes en vertidos de las EDAR para su reutilización como biofertilizantes agrícolas

C. Hidalgo¹, M. A. González², L. Serrano³ y A. Jiménez¹

¹ Universidad Pablo de Olavide. Dpto. Sistemas Físicos, Químicos y Naturales. ² G2Galgae Solutions S.L. Dpto. I+D+i.

³ Universidad de Sevilla. Dpto. Biología Vegetal y Ecología.

chidlar@upo.es

Con más de 1,5 millones de habitantes, Sevilla y alrededores supone un gran reto para la depuración de los vertidos urbanos, en los que, además, conviene prever la eliminación del fósforo porque el estuario del río Guadalquivir, junto con gran parte de sus subcuencas vertientes, se localiza dentro del área de captación de una zona declarada sensible en 1998. La normativa de aguas residuales urbanas impone la obligación de someter a tratamiento más riguroso que el secundario, que permita la eliminación de nutrientes (N total y/o P total), a todos aquellos vertidos de aguas residuales urbanas procedentes de aglomeraciones urbanas de más de 10.000 habitantes equivalentes en zonas sensibles o sus áreas de captación (Resolución de 6 de febrero de 2019, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente).

De alcanzarse un 90% de reducción respecto a la carga entrante, los vertidos urbanos tratados procedentes de las aglomeraciones urbanas estarían aportando al estuario del Guadalquivir más de 120 toneladas de P cada año. Hay numerosos estudios, sin embargo, donde los fertilizantes agrícolas parecen ser la causa principal y, a veces, única de eutrofización en el estuario, achacando el aumento de las concentraciones de nutrientes a la escorrentía y lavado de suelos agrícolas en coincidencia con episodios de lluvias intensas. En el presente estudio, hemos medido las concentraciones de N y P, y sus principales fracciones, en muestras puntuales de agua del estuario del Guadalquivir, desde la presa de Alcalá del Río hasta los arrozales de la C. R. de Mínima, así como en algunos cauces que reciben el efluente de una EDAR (arroyo Tamarguillo, arroyo Ranilla y río Guadaira) desde octubre 2020 a enero 2022. Hemos encontrado que la fracción disuelta hidrolizable de P (rica en fosfonatos y polifosfatos) permite rastrear la presencia de vertidos urbanos en cauces naturales durante períodos lluviosos. Esto indica la necesidad de evaluar el aporte de P en la descarga de las EBAP durante los periodos de lluvias. En cuanto al N total, hemos detectado concentraciones puntuales 10-20 veces superiores en los efluentes de algunas EDAR que en cauces que circulan por cultivos de arroz. Estos resultados preliminares sugieren la oportunidad de aprovechar los nutrientes (N y P) de los vertidos de las EDAR para su reutilización como biofertilizantes agrícolas.

Palabras clave: arrozales, EBAP, EDAR, estuario Guadalquivir, nutrientes.

Agradecimientos: C^a de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidad de la Junta de Andalucía que financia con cargo al P.O. FEDER de Andalucía 2014-2020.

Tecnología ATAD para el tratamiento de lodos de depuradora generados en ciudades de pequeño y mediano tamaño

M.C. Gutiérrez, A. Ruiz¹, J.A. Siles¹, A.F. Chica¹ y M.A. Martín¹

¹ Universidad de Córdoba, Dpto. Química Inorgánica e Ingeniería Química, Área de Ingeniería Química, Campus Universitario de Rabanales. Carretera N-IV, km 396, Edificio Marie Curie, 14071 Córdoba, España
q42rumua@uco.es

El contexto económico actual está marcado por un incremento en el volumen de generación de residuos. Este hecho, unido a una legislación cada vez más estricta en cuanto a la disminución del depósito de lodos procedentes de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs) en vertederos, así como a la dificultad de implementar la biometanización en EDARs de pequeño tamaño, hacen que se requiera una alternativa eficiente para el tratamiento de este residuo altamente contaminante. Este estudio demuestra que la digestión aerobia termofílica a temperatura controlada (ATAD) es una técnica adecuada para el tratamiento de lodos de depuradora generados en ciudades de pequeño y mediano tamaño.

El principal objetivo de este estudio es evaluar la eficiencia de un sistema ATAD, en una única etapa y a escala piloto, mediante la determinación de las condiciones de operación más adecuadas, tales como tiempo de retención, rendimiento del proceso, variación de la actividad microbiológica, higienización alcanzada y viabilidad económica del proceso. La fase experimental ha sido llevada a cabo en un reactor operando en modo continuo con recirculación de efluente, durante nueve meses. Se ha realizado un seguimiento fisicoquímico, respirométrico y de biodegradabilidad durante todo el proceso. Además, se han analizado *coliformes totales*, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella typhi* y *Salmonella spp* (APHA, 2005).

Entre los resultados más relevantes obtenidos, cabe destacar un tiempo de retención hidráulico óptimo de 7 días, el cual permitió la eliminación de un 34% de la materia orgánica. El lodo higienizado alcanzó los límites de calidad microbiológica para su aplicación agronómica, acorde a la Directiva Europea sobre tratamiento de lodos urbanos (Directiva 91/271/EEC). Finalmente, se evaluó el coste que supondría el tratamiento de los lodos generados en la provincia de Córdoba (822 m³/día), con el uso de esta tecnología, obteniendo un coste de tratamiento de 6,5 € por tonelada de lodo deshidratado. Evidentemente, dichos costes fluctuarán dependiendo de la ciudad, la legislación y la política ambiental aplicables.

En conclusión, la reducción de microorganismos patógenos, la simplicidad operacional, los bajos requerimientos de personal y el nivel de automatización hacen de esta tecnología una solución viable para el tratamiento de lodos generados en ciudades de pequeño y mediano tamaño.

Palabras clave: higienización, lodo de depuradora, materia orgánica, ATAD.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en colaboración con la empresa EMPROACSA (Córdoba).

Evaluación odorífera de 5 EDARs con diferentes tecnologías intensivas en la provincia de Córdoba (España)

A. Ruiz-Muñoz, M.C. Gutiérrez, P. Márquez, J.A. Siles y M.A. Martín

Grupo RNM-271. Dpto. de Ingeniería Química, ceiA3, Campus de Rabanales, Universidad de Córdoba, 14071-Córdoba, España
q42rumua@uco.es

Las Estaciones Depuradoras de Aguas residuales (EDARs) son un foco antropogénico de olor. Los compuestos gaseosos generados: compuestos sulfurados, entre los que destaca el sulfuro de hidrógeno o mercaptanos, compuesto nitrogenados, liderados por amoníaco y compuestos orgánicos volátiles (COV), con ácidos orgánicos y aldehídos principalmente, dependiendo de su concentración de emisión son peligrosos para la salud de los trabajadores y, en incontables ocasiones, fuente de conflicto con las poblaciones circundantes. Para la identificación y cuantificación de estas emisiones odoríferas, la Olfatometría Dinámica (OD) junto con la Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas y sistemas e-nose juegan un papel fundamental.

Las EDARs incorporan múltiples elementos y operaciones unitarias, diseñadas para la depuración de agua, y en muchas ocasiones obvian la problemática del mal olor generado, no existiendo excesiva bibliografía al respecto. Este trabajo se centra en las tecnologías intensivas de Aireación Prolongada (AP) y Contactores Biológicos Rotatorios (CBR) en las EDARs de Villanueva de Córdoba (AP), Pedroche (CBR), Zuheros (AP), Cabra (AP) y Nueva Carteya (CBR) gestionadas por la Empresa Provincial de Aguas de Córdoba (EMPROACSA).

Se realizaron 3 campañas de muestreo desde 2019 hasta 2021, tomándose muestras de fango y agua residual influente y tras las distintas operaciones unitarias de la planta (arqueta, desarenador y escurrido de centrífuga), cuyas determinaciones analíticas se llevaron a cabo acorde a los métodos normalizados de la APHA (1999). Paralelamente, se determinó la concentración odorífera y tasa de emisión de olor en las mismas ubicaciones mediante (OD) siguiendo la Norma EN-13725:2003.

Como resultados más relevantes se determinó que el acondicionamiento del lodo es la etapa con las mayores emisiones, con tasas de emisión específicas de olor que suponen entre el 95-99% del total en las EDAR evaluadas. Adicionalmente se han observado tendencias crecientes en emisiones odoríferas con la temperatura y contenido en materia volátil. Un análisis quimiométrico multivariante (análisis de componentes principales, ACP) de los resultados fisicoquímicos, olfatométricos y respirométricos ha concluido que el factor más relevante en la emisión odorífera es la carga orgánica influente de la planta (expresada en habitantes equivalentes), independientemente de la tecnología de la EDAR.

Palabras clave: EDAR, olfatometría, emisiones odoríferas, quimiometría, temperatura.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación por la financiación a través de los proyectos CTM2017-88723-R, PID2020-117438RB-I00 y la beca F.P.I. BES-2015-071929. Especial agradecimiento a Miguel Ranchal Sánchez y Manuel Dios Pérez, ambos pertenecientes a la Empresa Provincial de Aguas de Córdoba (EMPROACSA).

Evaluación respirométrica de la cinética bacteriana en procesos microalgas-bacterias y lodos activados

A. Sánchez-Zurano¹, S. Rossi², J.M. Fernández-Sevilla¹, G. Acién-Fernández¹, E. Molina-Grima¹ y E. Ficara²

¹ Departamento de ingeniería química, Universidad de Almería, E04120 Almería, España (E-mail: asz563@ual.es) ² Politécnico di Milano, Departamento de ingeniería civil y ambiental, Pzza L. da Vinci, 32, 20133 Milan, Italia

Los consorcios de microalgas y bacterias han sido empleados con éxito para el tratamiento efectivo de aguas residuales, basados en la producción de oxígeno fotosintético de las microalgas, lo que permite reducir los requisitos de energía para la oxigenación (Mantovani et al., 2020, Sci.Total Environ, 710). Los modelos cinéticos y los parámetros para las poblaciones bacterianas (bacterias heterótrofas, bacterias amonio oxidantes y bacterias nitrito oxidantes) en el proceso convencional de lodos activados son ampliamente conocidos, pero aún no se ha validado su eficacia para describir la cinética bacteriana en consorcios de microalgas-bacterias. En este contexto, la respirometría se ha aplicado ampliamente como una herramienta rápida y económica para la evaluación de parámetros cinéticos de procesos de lodos activados (Mainardis et al., 2021, Sci. Total Environ. 793) y para evaluar la actividad de los consorcios de microalgas-bacterias que tratan aguas residuales industriales y urbanas (Flores-Salgado et al., 2021, Biochem. Eng. J. 165 ; Sánchez Zurano et al., 2021, Biotechnol. Bioeng. 118).

En este trabajo se llevó a cabo un procedimiento respirométrico para estimar la cinética bacteriana en un tanque de lodos activados convencional a escala real y de un reactor raceway de microalgas-bacterias, ambos en operación en la misma EDAR. Se evaluó la actividad de las bacterias heterótrofas, amonio oxidantes y nitrito oxidantes bajo diferentes condiciones de temperatura, pH, oxígeno en lodos activados y cultivos microalga-bacteria, destacando diferencias importantes. Los resultados mostraron que las actividades bacterianas estaban influenciadas por la operación del proceso y las condiciones ambientales en los dos sistemas. Las bacterias en consorcios de microalgas-bacterias se adaptaron a una gama más amplia de condiciones en comparación con las bacterias de lodos activados, lo que sugiere que la calibración de los modelos cinéticos de algas-bacterias es esencial para un modelado efectivo, y se demostró que la respirometría es una herramienta rápida y útil para este propósito.

Palabras clave: Lodos activados, bacterias, microalgas, respirometría.

Agradecimientos: Esta investigación fue financiada por Fondazione CARIPLO (proyecto: "Il polo delle microalghe") y por el Programa Marco H2020 de la UE (proyecto: PRODIGIO, 101007006). A. Sánchez-Zurano quisiera agradecer al Ministerio de Educación de España (FPU16/05996).

Líneas de investigación del Grupo RNM271-UCO GREENING

M.A. Martín, J.A. Siles, M.C. Gutiérrez, I. Bellido, M.L. López y A.F. Chica

Universidad de Córdoba. Dpto. Química Inorgánica e Ingeniería Química. Grupo de Investigación: RNM271-UCO GREENING. afchica@uco.es

El Grupo de Investigación RNM271 (del catálogo del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación, PAIDI) denominado UCO GREENING es heredero del anteriormente denominado INGENIERÍA QUÍMICA. Creado en los años 80 por Antonio Martín, ha sido en enero de 2021 cuando ha cambiado de denominación y ha pasado a estar liderado por M^a Ángeles Martín. Además de los 4 profesores estables que firman esta comunicación (Martín, Siles, Gutiérrez y Chica) y las 2 contratadas, expertas en laboratorio con categoría FP2 (Bellido y López), han formado parte del Grupo numerosos investigadores en formación, que se han ido doctorando y ubicando en diversas esferas de la docencia, industria e investigación.

Desde el principio fue el objeto de interés del Grupo el tratamiento y la valorización de residuos (aguas contaminadas y lodos orgánicos, principalmente). Siempre se han mantenido en vigor proyectos del Plan Nacional, simultaneándolos ocasionalmente con otros autonómicos e incluso alguno de carácter internacional. Por otra parte, el convencimiento en la importancia de hacer transferencia ha llevado al Grupo a firmar más de 60 Contratos art. 83, con empresas de nuestro entorno, en los últimos 20 años, por un montante total de aproximadamente 1,4 millones de euros.

Por todo ello, actualmente el Grupo mantiene su línea principal de investigación en medición y control de olores en la gestión de los residuos municipales (sólidos y líquidos) y en propuestas de mejora de dicha gestión; pero también se trabaja (en colaboración con Grupos de Química Inorgánica y de Bioquímica) en la valorización de lodos de EDAR y residuos de industrias alimentarias; en acciones innovadoras para el tratamiento de aguas residuales y superficiales contaminadas; e incluso, en seguimiento del SARS-CoV-2 en aguas y lodos de EDAR.

En agradecimientos se señalan algunos de los proyectos vigentes del Grupo.

Palabras clave: Aguas contaminadas; economía circular; EDAR; olfatometría; valorización.

Agradecimientos: Los integrantes del Grupo de Investigación UCO GREENING agradecen la ayuda a su investigación obtenida mediante la financiación de los siguientes proyectos: "Integración del IOT en la optimización de la recogida urbana de residuos basada en el impacto oloroso", PID2020-117438RB-I00, MICINN; Valorización sostenible de lodos de EDAR en el desarrollo de baterías ...", UCO-FEDER 2020, P20_00432, Junta de Andalucía; "Diagnóstico global de un ecosistema acuático mediante la integración de técnicas multidisciplinares ...", UCO-FEDER 2020, P20_00143, Junta de Andalucía; Valorización energética dual del alpeorajo ...", PYC20-RE-048-UCO, DGITC-Junta de Andalucía; "... determinación de SARS-CoV-2 en aguas y lodos ..." Contrato 12020066, EMACSA y otro similar 12020081, EMASESA.

Biofiltración de COV: Eliminación de olor y seguimiento de la microbiota con distintas condiciones de operación

M. Toledo¹, J.A. Siles¹, C. Michán², J. Alhama², A.F. Chica¹ y M.A. Martín¹

¹ Dpto. de Ingeniería Química, CeIA3, Campus de Rabanales, Universidad de Córdoba, 14071-Córdoba, España ² Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, CeIA3, Campus de Rabanales, Universidad de Córdoba, 14071-Córdoba, España
afchica@uco.es

Los malos olores producidos por las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs) son una preocupación creciente en las ciudades y localidades que acogen estas instalaciones, y están consideradas por los ciudadanos una de las principales causas de la percepción de la contaminación. En este contexto, existen puntos característicos en una EDAR donde puede producirse generación de olores, como es el caso de los colectores, estaciones de bombeo, tratamiento de fangos y digestores anaerobios. Este problema requiere de soluciones económicas en su operación, mantenimiento y de fácil implantación, como es el caso de la biofiltración. La tecnología de biofiltración incluye la acción de microorganismos responsables de la degradación biológica de compuestos orgánicos volátiles (COVs) generados en las EDARs, junto a sulfurados y nitrogenados, cuyo límite de percepción olfativa es muy bajo.

En este estudio se ha evaluado el comportamiento de un biofiltro, relleno con poda vegetal común y operando con distintas cargas, en la eliminación de olor utilizando como indicador ácido butírico, compuesto presente en la mayoría de las corrientes asociadas al lodo excedente de la EDAR y teniendo en cuenta las condiciones de operación: tiempo de residencia (EBRT), caudal de flujo gaseoso, temperatura, etc. Se ha determinado mediante análisis genómicos la microbiota responsable de la biodegradación durante el funcionamiento. Entre los resultados más destacables se observó que la eficacia de eliminación de olor fue del 98%, hasta con concentraciones de olor de 30.000 ou_E/m³, durante los primeros 20 días de operación. Sin embargo, y manteniendo las condiciones de humedad adecuadas, se detectó una reducción de microbiota en el relleno del biofiltro debido a las elevadas cargas odoríferas, lo cual provocó un drástico descenso en su eficiencia hasta valores en torno al 65%, tras un periodo de dos meses de funcionamiento. Además, las proteobacterias fueron el phylum más abundante independientemente de las condiciones de operación (58-92%). Finalmente, el análisis de componentes principales aplicado al conjunto de datos físico-químicos y microbiológicos reveló diferencias significativas entre los biofiltros debido a las distintas condiciones de operación a los cuales fueron sometidos.

Palabras clave: Ácido butírico, biofiltración, eficacia, microbiota, olfatometría dinámica.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación por la financiación a través del proyecto CTQ2014-60050-R, proyecto CTM2017-88723-R, UCO-FEDER 2020_(P20_00143) y la beca F.P.I. BES-2015-071929.

Sistemas de alerta ante vertidos en plantas de tratamiento de aguas residuales: Hechos reales

J. Chérrez, A. López, J. Fernández, R. Ferrández y J. Gómez

*Navarra de Infraestructuras Locales S. A. (NILSA). Avda Barañain 22, Pamplona, Navarra
jcherrez@nilsa.com*

El Proyecto LIFE NAdapta (LIFE 16 IPC/ES/000001) establece acciones y estrategias de Adaptación al Cambio Climático en la Comunidad Foral de Navarra (CFN). Nilsa lidera 3 de las 56 acciones que incluye el Proyecto LIFE-NAdapta. Una de ellas, C.2.1, consiste en el “desarrollo de un sistema de alerta temprana ante posibles emergencias ambientales producidas en plantas de tratamiento de aguas residuales”.

En ese contexto, se están implantando Sistemas de Alerta Temprana en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs) que presentan mayor riesgo medioambiental. En concreto, uno de estos dispositivos de control en tiempo real ha permitido la detección de un vertido que estaba poniendo en riesgo el sistema de depuración de una localidad de la CFN.

Inicialmente, se detectaron concentraciones puntuales de fósforo muy elevadas en la entrada de la EDAR (> 100 mg/l de Pt), a veces en la madrugada de días festivos. Estos valores se amortiguaban en la EDAR, pero en ocasiones se superaron valores de 20 mg/l en el vertido. A pesar de no ser un parámetro cuya concentración esté limitada en la Autorización de Vertido, se procede a investigar más en profundidad los valores recogidos por el sistema de alerta temprana.

En concreto en la entrada a la EDAR se mide en continuo: pH, conductividad eléctrica y temperatura y cada 12 minutos se analiza la materia orgánica disuelta y particulada (TOC), el carbono inorgánico total (TIC), el nitrógeno total y el fósforo total. Una vez verificada la validez de los datos detectados por el Sistema de Alerta Temprana; se pone en marcha una campaña de toma de muestras y análisis en la red de colectores del polígono industrial del que se cree procede el vertido. Hasta finalmente localizar la empresa responsable de dicho vertido fuera de norma.

Tras algunos avisos y una denuncia, se produce el cese del vertido de fósforo. Rápidamente tanto el Sistema de Alerta Temprana como las analíticas de autocontrol del vertido verifican la vuelta a la normalidad de los valores de fósforo recibido y emitido por la EDAR. Por lo tanto, se ha probado la efectividad de estos sistemas para reaccionar ante vertidos indebidos y mitigar su impacto.

Palabras clave: Alerta temprana, tratamiento de aguas residuales urbanas, vertidos industriales.

Agradecimientos: Este trabajo se enmarca en el Proyecto Life-NADAPTA (LIFE16 IPC/ES/000001).

Autosuficiencia energética y recuperación de residuos en las EDAR convencionales mediante tecnologías novedosas de bajo coste

D. Marín, M.J. Quero-Pastor, M. Fernández, E. Lara, F. Rogalla, Z. Arbib y R. Cano

*FCC Aqualia, Avenida Camino Santiago 40, E 28050 Madrid, Spain
davidfernando.marin@fcc.es*

El proyecto LIFE ULISES tiene como objetivo revolucionar los procesos convencionales de depuración mediante un conjunto de tecnologías novedosas que permiten producir recursos de valor, como biocombustible vehicular. Con el objetivo de alcanzar la autosuficiencia energética se actúa tanto en línea de agua mediante la implantación de un sistema novedoso de tratamiento anaerobio del agua residual a temperatura ambiente (PUSH®) así como también en la línea de gas mediante un sistema de purificación de biogás a biometano para uso vehicular (ABAD Bioenergy®). Ambas actuaciones se ejecutan en la EDAR El Bobar (Almería). Pretratamiento anaeróbico de aguas residuales: se utiliza un reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB) de 15 m³ que funciona a temperatura ambiente para eliminar la materia orgánica de las aguas residuales y producir biogás, gracias a un novedoso sistema de alimentación pulsada PUSH® (patente europea EP 3009408). Los porcentajes de eliminación fueron de 70% y 91% para la DQO total y SST, respectivamente. Estos valores se mantuvieron estables incluso en la época de invierno (diciembre-febrero), donde las temperaturas del agua residual descendieron hasta los 14-16°C. En términos de rendimientos de metano, el reactor obtuvo valores que oscilaron entre 0,14 y 0,29 m³ CH₄ kg⁻¹ DQO eliminada. La producción de biogás promedio mensual osciló entre 1,1 y 2,6 m³ d⁻¹ (concentración CH₄>75%), alcanzando los valores más altos de producción en los meses de verano (junio-septiembre) y disminuyendo en los meses de invierno (diciembre-febrero) debido al efecto de la temperatura.

Planta de biogás upgrading: se utiliza un novedoso proceso de lavado con agua (ABAD Bioenergy® - patente europea EP 15382087.3) para la eliminación simultánea de CO₂ y H₂S del biogás con el fin de producir biometano adecuado como biocombustible para automóviles. La planta se alimenta con 15 Nm³ h⁻¹ de biogás obtenido de la digestión anaeróbica de lodos (CH₄: 60%, CO₂: 32%, H₂S: 3700 ppm). El biometano que se obtiene de este proceso alcanza una composición de 89% de CH₄, 8% de CO₂, 1 ppm de H₂S y una humedad de 7,8 ppmv, cumpliendo con la legislación vigente para su uso como combustible para vehículos (Comité Europeo de Normalización, 2018). Actualmente, el biometano se utiliza en dos coches de GNC de la EDAR con consumo medio de 5 kg biometano/100 km.



Palabras clave: Aguas residuales; Biocombustible; Biogás upgrading; Biometano; Pretratamiento anaeróbico.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto LIFE ULISES - LIFE18 ENV/ES/000165 con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Comisión Europea.

Co-digestión de residuos/subproductos: Nuevos escenarios de economía circular en el sector agroalimentario

M.E. Ibáñez-López¹, E. Díaz¹, M. Brey^{2,3}, E. Veliz⁴ y J.L. García-Morales^{1,2}

¹ Universidad de Cádiz. Dpto. Tecnologías del Medio Ambiente. Grupo: Tecnología del Medio Ambiente. Instituto de Investigación Vitivinícola y Agroalimentaria (IVAGRO). ² Cátedra Verinsur-UCA de Investigación y Tecnología Ambiental (catedra.verinsur@uca.es) Campus de Puerto Real. 11510. Puerto Real (Cádiz), España ³Verinsur. S.A., CA-3113 km.13, 11408, Jerez de la Frontera (Cádiz), España ⁴Unid. de Desarrollo de Equipos y Sistemas. Dirección I+D+i. Centro Nac. de Investigaciones Científicas (CNIC). Cuba. mariaeugenia.ibanez@uca.es

El concepto de economía circular marca distintos escenarios que favorecen la reintroducción a los ciclos productivos de diferentes de residuos y/o subproductos. El proceso de co-digestión anaerobia propicia distintas alternativas de valorización: energética, agronómica o a través de la generación de distintos productos dentro del concepto de bio-refinería. La co-digestión en el sector agroalimentario puede desarrollarse en digestores destinados para ellos, donde se integran residuos de distintos orígenes y particularidades. En otros, el proceso se desarrolla en digestores ya existentes, como los utilizados para biosólidos en las EDARs urbanas, y donde se incorporan estos residuos/subproductos. Finalmente, en la actualidad, hay otros modelos que integran su co-digestión dentro del concepto integral de bio-refinería.

En el presente trabajo se muestran varios de estos escenarios de co-digestión de subproductos agroalimentarios desarrollados en el grupo de Tecnología del Medio Ambiente de la UCA. El primero muestra la co-digestión de alperujo (A) y estiércol bovino (E) (caso 1). Un segundo de biosólidos (B) y SOPAM (S) (Subproductos Orgánicos del Procesado de Aceituna de Mesa) con ozono como agente hidrolítico (caso 2). Y, finalmente, un escenario de bio-refinería donde, en el marco de la fermentación oscura, se planteará, en un proyecto actualmente en desarrollo, la co-digestión de biosólidos (B) y vinazas de destilería (V), usando ozono como agente hidrolítico y de eliminación de patógenos (caso 3). En los casos 1 y 2, la proporción óptima de mezcla fue 60:40 (p:p) (A:E y B:S), rango mesofílico (35°C) y la obtención de biogás (bio-metano) (0,22±0,04 (A:E) y 0,21±0,03 (B:S) m³CH₄/kgSV_{ai}) y digerido para uso agronómico. En el caso 3 se operará en rango termofílico (55°C), proporción de mezcla 50:50 (v:v) (B:V) y como subproductos se obtendrían bio-hidrógeno y bio-metano y un efluente rico en ácidos grasos volátiles (AGV) para producción de precursores de bioplásticos (PHAs, polihidroxialcanoatos).

Palabras clave: Alperujo; lodos EDAR; ozono; SOPAM; vinazas destilería.

Agradecimientos: Financiación: Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla S.A. (EMASESA) y Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA) (proyecto VESA); Ministerio de Ciencia e Innovación (PROBIOGAS PS-120000-2007-6); Programa Operativo FEDER y Junta de Andalucía (FEDER-UCA18-107460) y Verinsur, S.A. (Cátedra Verinsur-UCA) y ZonoSistem. Ingeniería del ozono S.L.

Efecto de un pre-tratamiento con ozono en biosólidos y vinazas

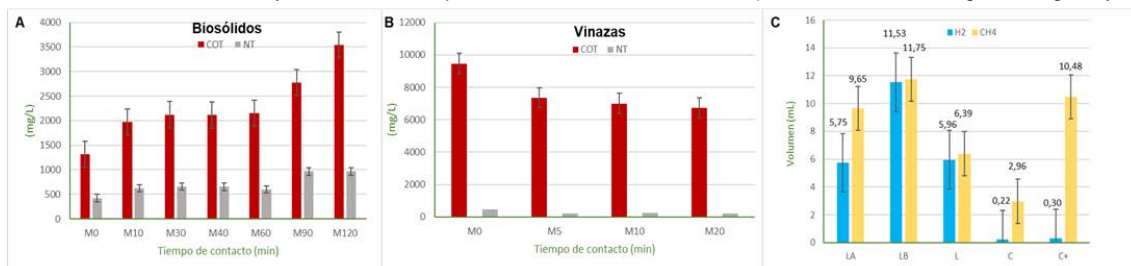
E. Díaz¹, M.E. Ibáñez-López¹, M. Brey^{2,3} y J.L. García-Morales^{1,2}

¹ Universidad de Cádiz. Dpto. Tecnologías del Medio Ambiente. Grupo: Tecnología del Medio Ambiente. Instituto de Investigación Vitivinícola y Agroalimentaria (IVAGRO). ² Cátedra Verinsur-UCA de Investigación y Tecnología Ambiental (catedra.verinsur@uca.es) Campus de Puerto Real. 11510. Puerto Real (Cádiz), España ³Verinsur. S.A., CA-3113 km.13, 11408, Jerez de la Frontera (Cádiz), España mariaeugenia.ibanez@uca.es

En el presente trabajo, se evalúa la influencia de un pre-tratamiento con ozono sobre dos matrices (vinazas y biosólidos) de cara a su posterior fermentación oscura en rango termofílico (55°C). El ozono es un poderoso oxidante, capaz de hidrolizar, y solubilizar compuestos orgánicos e inorgánicos, así como de reducir la concentración de microorganismos, lo que favorece un mayor rendimiento de la digestión anaeróbica. (Martín et al., (2002). [doi.10.1016/S0032-9592\(01\)00260-6](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(01)00260-6)), (Weemaes et al., (2000). [doi.10.1016/S0043-1354\(99\)00373-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(99)00373-5)). Para evaluarlo en ambas matrices, se partido de la dosis 0,018 gO₃/gST, optimizada para biosólidos por (Rubio et al., (2017). <https://bit.ly/3Jw2xMT>).

El efecto de la ozonización sobre los biosólidos, produce un incremento del 60% en el carbono orgánico disuelto (COT), en cambio en las vinazas, provoca una reducción del COT lo que hace descartar este pre-tratamiento para su posterior co-digestión (Fig 1A y 1B). La estrategia más adecuada para realizar el tratamiento de la mezcla en co-digestión es ozonizar los biosólidos y posteriormente realizar la mezcla con las vinazas. Por tanto, el test de Potencial de Producción de Hidrógeno (BHP), se le realizo solamente a los biosólidos.

Figura 1. A) Evolución de la concentración de COT y NT frente a tiempos de ozonización en biosólidos. B) Evolución de la concentración de COT y NT frente a tiempos de ozonización en vinazas C) Volumen total de biogás hidrogeno y



metano en mL del test BHP a dos concentraciones de ozono 0,069 gO₃/gST (LA) y 0,018 gO₃/gST (LB), así como del biosólido sin ozonizar (L), el control del inóculo (C) y control positivo (C+)

La máxima producción fue obtenida con la dosis objetivo de ozono (LB) de 0,018 gO₃/gST, los cuales obtuvieron un 29,67% de H₂ más que los lodos sin tratar (L) y un 109% de biogás respecto al conjunto de ensayos (Fig. 1C).

Palabras clave: BHP; Lodos EDAR; ozono; vinazas destilería.

Agradecimientos: **Financiación:** Programa Operativo FEDER (FEDER-UCA18-107460) y Junta de Andalucía (sol-201800107460-tra), Verinsur, S.A. (Cátedra Verinsur-UCA), ZonoSistem. Ingeniería del ozono S.L. y Cofinanciación del Gobierno de España y FEDER obtenida para infraestructuras y equipamiento científico-técnico, Convocatoria 2015 (UNCA15-CE-3476).

Influencia de la tecnología de una EDAR en el impacto odorífero: fangos activos frente a contactor biológico rotatorio

M.C. Gutiérrez¹, P. Márquez¹, M. Toledo¹, J. Alhama², C. Michán² y M.A. Martín²

¹ Department of Inorganic Chemistry and Chemical Engineering, Area of Chemical Engineering. Institute of Nanochemistry (IUNAN). Universidad de Córdoba, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario CeIA3, Campus Universitario de Rabanales, Carretera N-IV, km 396, Edificio Marie Curie, 14071 Córdoba, Spain ² Department of Biochemistry and Molecular Biology, Universidad de Córdoba, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario CeIA3, Edificio Severo Ochoa, 14071 Córdoba, Spain
mc.gutierrez@uco.es

Debido a la expansión de núcleos urbanos, la cercanía de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs) incrementa la percepción del impacto odorífero que ocasionan, lo que deriva en la necesidad de ejecución de medidas preventivas o minimizadoras de las emisiones de olor por la presión social. A la hora de seleccionar el tipo de depuración a implantar, cobra importancia la evaluación comparativa, en términos de condiciones operacionales y de emisiones de olor. En este estudio se presentan dos EDARs con distinta tecnología biológica: un proceso de fangos activos (PFA) frente al uso de un contactor biológico rotatorio (CBR).

Se llevó a cabo la caracterización físico-química del lodo generado por ambas tecnologías siguiendo la metodología establecida por el APHA (2017). Su actividad microbiológica fue determinada mediante respirometría estática, realizando adicionalmente un análisis genómico mediante secuenciación masiva de ARNr 16S. Para cuantificar las emisiones de olor, la toma de muestra se llevó a cabo acorde a la norma VDI 3880 (2011) y se determinó la concentración de olor (ou_E/m^3) (EN-13725:2003).

Se obtuvieron eficacias de eliminación de demanda química de oxígeno (DQO) para la EDAR_{PFA} vs EDAR_{CBR} de 88,28 vs. 83,17%, con caudales promedios y DQO de las aguas residuales influentes de 447 vs. 689 m³/d y 300 vs. 423 mg/L, respectivamente. Respecto a las emisiones de olor, la tasa de emisión olor generada por EDAR_{PFA} y EDAR_{CBR} fue 11.177 ou_E/s y 12.784 ou_E/s , respectivamente, siendo el acondicionamiento del lodo el foco de emisión de olor crítico en ambas instalaciones.

Proteobacterias, Bacteroidetes y Firmicutes fueron los tres filos predominantes en ambas EDARs. La biodiversidad de bacterias encontrada en EDAR_{CBR} fue menor que en EDAR_{PFA}. Además, la mayor concentración de olor procedente de las actividades del tratamiento del lodo en EDAR_{CBR} fue relacionado con un significativo incremento en la abundancia de las familias Porphyromonadaceae, Clostridiales, Lachnospiraceae y Moraxellaceae, mucho más notable en EDAR_{CBR} que en EDAR_{PFA}. Sin embargo, cuando las emisiones de olor fueron evaluadas por habitante equivale los valores obtenidos fueron superiores para EDAR_{PFA} (16.22 $ou_E/s \cdot EI$) frente a EDAR_{CBR} (6.84 $ou_E/s \cdot EI$). Las emisiones odoríferas se relacionaron con la tecnología, microbiota y operación.

Palabras clave: Fangos activos; análisis genómico; emisiones odoríferas; contactor biológico rotatorio; lodo.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en colaboración con la empresa EMPROACSA (Córdoba). Se agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por su financiación (PID2020-117438RB-I00).

Codigestión de lodos de depuradora con suero de leche para la producción de ácidos grasos volátiles y polihidroxicanoatos

N. Otero-Logilde, R. Iglesias-Iglesias, C. Kennes y M.C. Veiga

*Universidad de A Coruña. Dpto. de Ingeniería Química y Centro de Investigaciones Científicas Avanzadas (CICA)
Grupo de Investigación: BIOENGIN.
m.carmen.veiga@udc.es*

El suero de leche se considera un gran contaminante medioambiental por su alto contenido en materia orgánica. En las depuradoras de aguas residuales el tratamiento de los lodos supone un 60% del coste total de la planta. Usando estos dos residuos como sustratos se pueden obtener ácidos grasos volátiles (AGV) a través de la digestión anaerobia. En los últimos años se han realizado estudios para conseguir la obtención del ácido caproico a partir de AGV de cadena más corta, ya que es un producto de gran interés. La mayoría de estos trabajos utilizan el ácido láctico que se forma en la digestión anaerobia o etanol añadido externamente como donantes de electrones para la elongación de los AGV. Para que este proceso se lleve a cabo satisfactoriamente debe de tener unas condiciones óptimas, incluyendo el pH, que, normalmente, se regula con agentes químicos. Pero, al usar la codigestión del suero de leche y los lodos de depuradora se podrían ahorrar costes en el proceso por el aumento de la capacidad tampón.

El objetivo de este trabajo fue el estudio de la codigestión del suero de leche y el lodo de una depuradora urbana para la producción del ácido caproico y otros AGV. Se estudió el efecto del tiempo de retención hidráulico (TRH) y el efecto del régimen de alimentación, y se analizó la flora microbiana presente en el reactor. Además, se realizó un experimento fedbatch para evaluar la producción de polihidroxicanoatos utilizando como alimentación el efluente de AGV procedente del reactor de codigestión.

Palabras clave: Ácido caproico, codigestión, lodos de depuradora, suero de leche.

Valorización de aguas residuales de la industria alimentaria para la producción de ácidos grasos volátiles (AGV)

T. Casero-Díaz¹, A. Silva-Teira¹, V. Parama¹, A. González¹, C.M. Castro-Barros¹, B. Sáenz², M. Carballa² y M.B. Mauricio-Iglesias²

¹ CETAQUA (Centro Tecnológico del Agua). Área de Biofactoría y Recuperación de Recursos. Santiago de Compostela, España. ² AGBAR, España ³ CRETUS Instituto. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Santiago de Compostela (USC), España
tamara.casero@cetaqua.com

La sostenibilidad ambiental es un importante objetivo para el siglo XXI. Para alcanzarlo, existe una gran demanda de mejora de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales que aborde la producción y recuperación de productos químicos y materiales a partir de estas corrientes. La producción de ácidos grasos volátiles (AGV) a partir de agua residual rica en materia orgánica es una opción que encaja a la perfección con este objetivo. El presente trabajo tuvo como objetivo validar una tecnología para producir AGV con aguas residuales recolectadas en industrias lácteas y conserveras. Este desarrollo se realizó a través de un modelo de escalado, desde ensayos batch a pequeña escala (0.5 L), pasando por reactores de laboratorio (5 L) y creciendo hasta una planta piloto (2 m³) instalada en una industria conservera y, posteriormente, en una industria láctea.

Los resultados de las pruebas batch (Figura 1) y la operación de los reactores de 5L mostraron que la actividad metanogénica podría suprimirse satisfactoriamente mediante una combinación de tiempos de retención hidráulicos (TRH) cortos (2 a 4 días), pH (inferior o superior a 8) y una alta tasa de carga orgánica. El rendimiento de AGV fue de 0,7-0,8 g de AGV-DQO/g de DQO alimentado. El espectro de ácidos obtenido varía sustancialmente en función de las condiciones de operación. La operación de la planta piloto denotó la necesidad de mejora en el pretatamiento del proceso, alcanzándose rendimientos de producción del 20%.

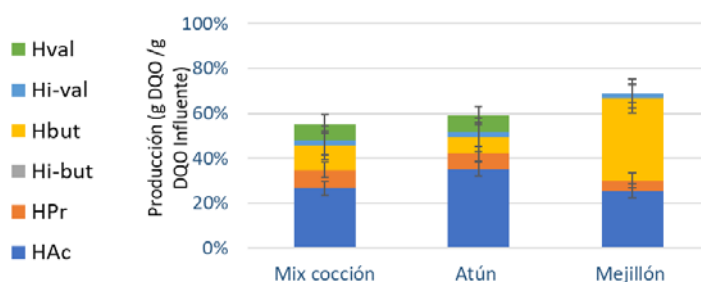


Figura 1 Producción y espectro de ácidos grasos volátiles obtenido para aguas residuales de la industria conservera

Palabras clave: AGV, agua industrial, fermentación anaerobia, valorización.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido cofinanciado a través de fondos gallegos (Unidad Mixta CIGAT – BIOFACTORÍA) y de fondos Europeos de Desarrollo Regional FEDER a través del Programa Interreg V-A España-Portugal 2014-2020 (CONSERVAL). Los autores desean agradecer también a las industrias alimentarias por las muestras de agua residual y por permitir la instalación de la planta piloto en sus fábricas.

Pretratamiento de fangos y tratamiento biológico fotoanaerobio de efluentes de refinería como estrategia de valorización.

J. San Martín, S. Jerez, Y. Segura, D. Puyol, I. Pariente, M. Ventura, J.A. Melero y F. Martínez

Departamento de Tecnología Química y Ambiental, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, 28933, Madrid.

yolanda.segura@urjc.es

La industria del petróleo genera grandes cantidades de residuos altamente peligrosos. Entre estos residuos, destacan las aguas y los fangos de refinería generados durante los procesos de refinado de petróleo. El fango formado durante estas operaciones es un residuo recalcitrante, con una elevada concentración de partículas sólidas, hidrocarburos y metales. Actualmente, los tratamientos implementados en las plantas de refinería no valorizan estos residuos, por lo que se requieren esfuerzos adicionales para incorporar nuevas estrategias de tratamientos enmarcados en una Economía Circular.

La estrategia de valorización propuesta consiste en un pretratamiento del fango (Hidrólisis Térmica (HT), Fenton (F) y Oxidación Húmeda (OH)), capaz de reducir el volumen de residuo y además aumentar su contenido en carbono orgánico en su fase acuosa, lo cual podría posteriormente mejorar el tratamiento del agua residual mediante un tratamiento biológico fotoanaerobio basado en bacterias fototróficas púrpura (PPB). Este tipo de bacterias necesitan un aporte suficiente de carga orgánica que, en general, no poseen este tipo de aguas residuales. Este tratamiento biológico, presenta ventajas adicionales frente a tratamientos convencionales como una menor demanda energética debido a su naturaleza anaerobia, la utilización de energía solar, y la posibilidad de recuperar nutrientes y polihidroxicarboxilatos como compuestos de alto valor añadido en la producción de bioplásticos. Los pretratamientos aplicados, una vez optimizadas las condiciones, fueron HT (200° C, presión autógena, 1h), F (80° C, presión autógena, 2 h) y OH (200° C, 20 bar de aire, 1 h) generaron efluentes acuosos ricos en materia orgánica (2,3, 3,3 y 11,5 g COT/L, respectivamente) y nutrientes (200, 205 y 374 mg NH₄⁺/L y 2, 11 y 54 mg PO₄³⁻/L, respectivamente). También se liberaron grandes cantidades de metales pesados (hasta 334, 296 y 271 mg/L de Al, Fe y Zn, respectivamente para OH), que fueron recuperados en su totalidad mediante precipitación. Con el efluente biodegradable obtenido, se han llevado a cabo ensayos de actividad en batch, utilizándose un aporte de DQO inicial de 1 g/L de cada uno de estos efluentes. Los resultados indican que, en todos los casos, los valores de rendimiento de biomasa son superiores al obtenido únicamente con el tratamiento del agua residual, siendo la OH la que presenta mayores valores. Además, se ha obtenido un contenido de PHA de 13,8% para la OH, valores muy prometedores y que podrían aumentar con una adaptación del cultivo y trabajando en un reactor continuo.

Palabras clave: Pretratamientos, bacterias fototróficas púrpura (PPB), valorización.

Agradecimientos: Se agradece la financiación a través de los proyectos CTM2017-82865-R y REMTAVARES-CM (52018 / EMT-4341).

Minimización de pérdidas de agua para el tratamiento de purines de cerdo mediante microalgas

M. Ciardi¹, C. Gómez-Serrano¹, T. Lafarga, J.M. Sevilla¹ y F.G. Acién¹

¹ Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Almería, 04120 Almería (España).
martina.ciardi@studio.unibo.it

El uso de purines porcino para producir microalgas es una estrategia sostenible para solucionar los problemas ambientales que plantean, convirtiéndolas además en productos valiosos como biofertilizantes. Sin embargo, debido a la alta concentración de contaminantes ya presentes en los purines de cerdo, se requieren grandes diluciones para evitar fenómenos de inhibición. Además, en estos procesos es obligatorio el cultivo de reactores abiertos para reducir el coste del tratamiento, ya que se producen grandes pérdidas de agua por evaporación cuando se utilizan reactores tanto de canal abierto como de capa fina. En esta investigación se pretende optimizar la reutilización del agua para mejorar la sostenibilidad y rentabilidad económica de estos procesos. El desafío es cumplir con los límites de descarga mientras se maximiza la productividad del sistema. Los experimentos se llevaron a cabo utilizando la microalga *Scenedesmus* sp. en reactores de capa fina con una superficie de 30 m², un volumen de 1200 L, una profundidad de 2 cm y un volumen de foso de 650 L. El oxígeno disuelto y el pH del cultivo se controlaron por debajo de 250% Sat y 8.0 por bajo demanda inyección de aire y CO₂. El reactor se operó en modo semicontinuo a una tasa de dilución de 0,3 día⁻¹, utilizando como fuente de nutrientes un medio de cultivo compuesto por agua que contenía un 10% de purín de cerdo crudo fresco. La biomasa contenida en el volumen de cultivo recolectado diariamente se separa por centrifugación, recirculando el efluente al reactor en diferentes proporciones (0%-control, 25%, 50% y 75%). Para limitar las pérdidas de agua debita a evaporación se estudia el efecto de una lona de invernadero con el fin de cubrir el reactor.

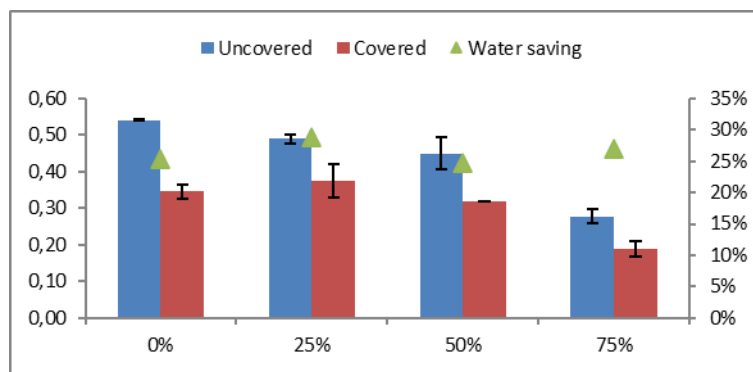


Figure 1. Biomass productivity (g·L⁻¹·day⁻¹) as a function of recirculation rate effluent used in continuous mode.

La productividad (Fig. 1) cambia al incrementar la tasa de agua que se reintroduce al fotobioreactor con mayor efecto cuando éste se tapa. Los valores de productividad cuando no se cubre el fotobioreactor son de 0,54 g·L⁻¹·d⁻¹ (control), 0,49, 0,45 y 0,28 54 g·L⁻¹·d⁻¹ respectivamente para las recirculaciones al 25%, 50% y 75%.

El efecto de la lona ayuda a recuperar un 30% de agua de evaporación, pero comprometiendo la productividad del sistema. El estudio demuestra que es posible la recirculación de agua de cosechado entre un 20 y 50% en verano.

Acknowledgements: This research has been supported by PURASOL CTQ2017-84006-C3-3-R and thanks at Estación Experimental Cajamar for collaborating in this research.

Tecnología basada en microalgas para la eliminación y recuperación de nutrientes de aguas residuales y producción de biofertilizantes

I. González¹, A. Ekelhof^{2,3}, N. Herrero¹, J.A. Siles⁴, B. Podola^{2,5}, A.F. Chica⁴, M.A. Martín⁴,
M. Melkonian^{2,6}, C. García⁷ y J.M. Gómez¹

¹ BIOMASA PENINSULAR S.A. Calle Constancia 38, Bajo, 28002 Madrid, Spain. ² b. Botanical Institute, Cologne Biocenter, University of Cologne, 50674 Cologne, Germany. ³ Present address: Aliga ApS, 9800 Hjoerring, Denmark. ⁴ University of Cordoba (Spain) – Department of Inorganic Chemistry and Chemical Engineering, University of Cordoba. Campus Universitario de Rabanales, Ctra. N-IV, km 396, Edificio Marie Curie, 14071 Córdoba, Spain. ⁵ Present address: Algenion GmbH, 50969 Cologne, Germany. ⁶ Present address: Department of Plant Microbe Interactions, Integrative Bioinformatics, Max Planck Institute for Plant Breeding Research, Carl-von-Linné-Weg 10, 50829 Cologne, Germany. ⁷ Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC). Campus Universitario de Espinardo, PO Box 164, CP 30100 Murcia, Spain.

iq2masam@uco.es

Actualmente existen plantas de tratamiento de aguas residuales (EDAR) convencionales en zonas con baja densidad de población donde el tratamiento terciario no es eficiente. Además, la recuperación de nutrientes como el P es cada día más necesaria en el contexto del desarrollo sostenible (Sukačová and Cerveý, 2017). Twin layer (TL) es una tecnología basada en el cultivo de microalgas, que ofrece importantes ventajas respecto a los procesos tradicionales de eliminación de nutrientes y facilita su recuperación, cerrando el ciclo biogeoquímico global de N y P. Además, permite la valorización de la biomasa resultante como componente de fertilizantes de base biológica. En este estudio se ha seleccionado la especie *Scenedesmus* sp. para la inoculación de un prototipo TL por su alta tasa de crecimiento, resistencia a la sequedad y capacidad de absorción de nutrientes. El sistema ha sido muy eficiente en la eliminación de nitrógeno total soluble y amoniacal (66% y 94%, respectivamente). En términos de valorización de las microalgas generadas, su contenido en nutrientes ha sido de 5,5% de N (>40% de proteína), 3,8% de P₂O₅ y 1,6% de K₂O, alta actividad enzimática (β -glucosidasa, fosfatasa y ureasa: 11,2, 50,9 y 9,8 μ mol/g·h, respectivamente), niveles muy bajos de metales pesados (<1 mg/kg de Cd, Hg, Cr, Ni y Pb; 79 mg Zn/kg y 20,5 mg Cu/kg) y ausencia de patógenos. Los ensayos posteriores de aplicación de las mismas en el cultivo de ryegrass (*Lolium perenne* L. ssp.) y cebada (*Hordeum vulgare* ssp.) han demostrado efectos negativos para proporciones de microalga >2% en la formulación de fertilizantes de base biológica en estado sólido. Para dicha proporción de mezcla con otras enmiendas orgánicas, como compost vegetal, y para una dosis de 110 kg N/ha la mejora en el crecimiento de ryegrass y cebada ha sido de 160% y 180 %, respectivamente, respecto a la no adición de fertilizantes. Así, los resultados obtenidos demuestran que TL es una tecnología prometedora para el tratamiento terciario de aguas residuales urbanas y la producción de fertilizantes biológicos de alta calidad.

Palabras clave: EDAR; fertilizantes de base biológica; microalga; tratamiento terciario; Twin-Layer.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación recibida a través del Proyecto LIFE LIFE13 ENV / ES / 000800 TL-BIOFER (programa LIFE + 2013) y PAIDI-2020, P20_00143 (Junta de Andalucía).

Referencias: Sukačová, K. & Cerveý, J. (2017): <https://doi.org/10.14712/23361964.2017.6>

Evaluación ambiental del río Guadalquivir mediante la integración de metodologías fisicoquímicas, moleculares y fisiológicas

J.A. Siles¹, A.F. Chica¹, G. Arjona¹, M. Barbudo-Lunar², C. Trombini³, J. Blasco³, J. Alhama² y C. Michán²

¹ Chemical Engineering Department, Campus Rabanales, Universidad de Córdoba, 14071-Córdoba, Spain.

² Dpt. Biochemistry & Molecular Biology, ceiA3, Campus Rabanales, Universidad de Córdoba, 14071-Córdoba, Spain.

³ Dpt. Ecology and Coastal Management, ICMAN-CSIC, Campus Río San Pedro, 11510-Puerto Real, Cádiz, Spain.

joseangel.siles@uco.es

El río Guadalquivir constituye la principal cuenca hidrográfica de Andalucía, que soporta el impacto de numerosas actividades socioeconómicas (P.ej.: centros urbanos, actividades agrícolas, industriales y mineras), lo que reduce su calidad ambiental y biodiversidad. El estuario, en su tramo final es especialmente preocupante, debido a la alta presión antrópica y su gran valor ecológico. Este trabajo de investigación se centra en la realización de un diagnóstico global de la calidad del río Guadalquivir, desde su nacimiento hasta su desembocadura, integrando diferentes metodologías fisicoquímicas, moleculares y fisiológicas. Los principales resultados obtenidos hasta la fecha muestran cambios significativos en la concentración de carbono orgánico soluble total, sólidos en suspensión, algunos metales (P.ej.: hierro), y turbidez en el tramo final del río. Además, las actividades agrícolas desarrolladas en torno al río condicionan también la presencia de nitratos y amoníaco en determinados puntos, lo que favorece el crecimiento de microorganismos fotosintéticos, así como la presencia de algunos pesticidas (P.ej.: terbutilazina) a baja concentración. No obstante, se han cuantificado valores adecuados de pH, alcalinidad y concentración de oxígeno disuelto en todos los puntos de muestreo, si bien la concentración de sales disueltas es alta en la zona del estuario debido a la interacción natural entre el río y el Océano Atlántico. En paralelo, se está realizando un estudio metaómico del agua, ya que los microorganismos están presentes en prácticamente todos los entornos de la biosfera, y también responden a la presión antrópica y a factores relacionados con el cambio climático. En concreto, ya se ha realizado la identificación taxonómica de microorganismos bacterianos mediante análisis genómico del ARNr 16S, lo que permite evaluar las alteraciones de la estructura global del microbioma en cuanto a su distribución, abundancia y diversidad bacteriana a lo largo del cauce del río. Con los datos obtenidos en estos estudios, estamos seleccionando zonas cuyos sedimentos se utilizarán para la realización de bioensayos basados en la respuesta de huida de organismos epibentónicos. Los resultados globales permitirán la elaboración de un mapa de riesgo, con identificación de “hot-spots” sobre los que incidir para mejorar la gestión de un recurso hídrico fundamental.

Palabras clave: Contaminación; ecosistema acuático; microorganismos bacterianos; sostenibilidad.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación recibida a través del proyecto PAIDI-2020 (P20_00143, Junta de Andalucía) y por los Grupos PAIDI de Investigación BIO187, RNM-271 y RNM-306.

Valorización fraccional de biomasa crecida en plantas de tratamiento de aguas residuales

S. Bolado^{1,2}, M. Vega^{2,3}, S. Borde^{1,2}, R. López^{2,3}, R. Irusta^{1,2} y P.A. García-Encina^{1,2}

¹ Universidad de Valladolid. Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente ² Universidad de Valladolid. Instituto de Procesos Sostenibles ³ Universidad de Valladolid. Departamento de Química Analítica.
silvia.bolado@uva.es

El área de Aprovechamiento de Recursos del Instituto de Procesos Sostenibles (ISP) de la Universidad de Valladolid ha desarrollado en los últimos años varios proyectos sobre alternativas de valorización de biomasa algal crecida en fotobiorreactores de tratamiento de aguas residuales. Como evolución de esta investigación, se trabaja actualmente en dos proyectos:

PROPHACTION desarrolla procesos sostenibles para la recuperación de recursos de tres tipos de biomasas crecidas en plantas de tratamiento de aguas residuales: consorcios de microalgas y bacterias crecidos en fotobiorreactores, fangos aerobios del tratamiento secundario de EDAR municipales y bacterias púrpuras. El proceso incluye una primera etapa de hidrólisis, aplicando pretratamientos físicos combinados con hidrólisis enzimática o hidrólisis química con diferentes niveles de severidad. Las proteínas solubilizadas se recuperan en forma de polipéptidos de diferentes tamaños o aminoácidos, dependiendo de las condiciones de la hidrólisis. El líquido residual tras la separación de proteínas, rico en compuestos carbonosos, se utiliza como medio de cultivo para el crecimiento de bacterias acumuladoras de PHA. El proyecto incluye una optimización de la extracción de PHA endógeno celular para conseguir la pureza suficiente para su uso en la producción de bioplásticos. Para asegurar la calidad y seguridad de los productos obtenidos, durante todo el proceso se monitorizan patógenos, metales pesados y metaloides y microcontaminantes habituales en las aguas residuales.

GREENFARM, en colaboración con el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Almería, demuestra a escala piloto la producción de bioestimulantes y biopesticidas a partir de biomasa algal crecida en fotobiorreactores de tratamiento de purines.

En ambos proyectos se analiza la sostenibilidad de los procesos, comparando su impacto ambiental, económico y social, con el de la gestión de estas biomasas para producir biogás y fertilizantes y la producción convencional de estos bioproductos.

Palabras clave: Bacterias, microalgas, microcontaminantes, polihidroxicarboxilatos, proteínas.

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PID2020-113544RB-I00 y PDC2021-121861-C22) Consejería de Educación Junta de Castilla y León (UIC 071, CLU 2017-09).

Desarrollo de la tecnología de Spouted Bed para la degradación anaerobia de lodos de depuradora de papelera

M.J. San José, S. Álvarez y R. López

*Universidad del País Vasco. Dpto. de Ingeniería Química. Grupo de Investigación: María José San José Universidad del País Vasco UPV/EHU
mariajose.sanjose@ehu.es*

La gran cantidad de lodo generado durante en la depuradora de aguas residuales de la industria papelera requiere un tratamiento alternativo a la aplicación en agricultura y a la valorización energética. La digestión anaerobia de materia orgánica produce un gas rico en metano y un subproducto el digestato. La tecnología de Spouted Bed se ha aplicado de forma satisfactoria para el tratamiento de biomasa residual (San José et al. (2021) Fuel Process Technol, 221, San José et al. (2019) Dry Technol 37 118, San José et al. (2018) Catal. Today 305 13, San José et al. (2014) Chem. Eng. J. 238, 227, San José et al. (2014) Chem. Eng. Res. Des. 92, 672).

Con objeto de llevar a cabo la degradación de anaerobia de lodos de depuradora de la industria papelera en un reactor spouted bed cónico, en este trabajo se han determinado los rangos de las condiciones de operación que optimizan el proceso. Asimismo, se han determinado las condiciones de estabilidad en los rangos de temperatura mesofílico y termofílico (35-55 °C).

Los lodos de depuradora de la industria papelera estudiados tienen un contenido en humedad entre 48 y 50 % (base húmeda), diámetro de partícula comprendido entre 1 y 4 mm y densidad 1252 kg/m³. El fluido se introduce en la base del reactor, lo que permite un buen contacto entre el lodo y el inóculo bacteriano previamente aclimatado.

La digestión se llevó a cabo con diferentes porcentajes de sustrato y de inóculo en los rangos de temperatura mesofílico y termofílico (35-55 °C) durante un tiempo comprendido entre 3 y 6 semanas. El contenido de biogás obtenido midió con el analizador Geotech Biogas-5000.

Se ha demostrado que los reactores spouted beds presentan un buen comportamiento para la producción de biogás mediante tratamiento anaerobio de lodos de depuradora de papelera. Se ha obtenido que el sistema es estable para todas las condiciones experimentales analizadas y que la velocidad mínima del fluido aumenta con la masa del lecho. Por lo tanto, se concluye que este reactor se puede aplicar para la aplicación industrial de degradación anaerobia de lodos de depuradora de papelera.

Palabras clave: degradación anaerobia, lodos de depuradora de papelera, spouted beds.

Agradecimientos: Agradecimientos al Ministerio de Economía y Competitividad por la financiación y a la Unión Europea por la cofinanciación con fondos FEDER del Proyecto CTQ2017-89199-P.

SESIÓN PÓSTERES III

Producción de coagulantes para EDAR a partir de la valorización de salmueras y residuos metálicos

N. Oliver¹, F. Sempere¹, J.J. Solís², F. Bosch³, S. Oyonarte³ y G. Fayos⁴

¹ Global Omnium Medioambiente S.L. ² Aguas de Valencia, S.A. ³ Instituto Tecnológico Metalmecánico, Mueble, Madera, Embalaje y Afines (AIDIMME). ⁴ Empresa General Valenciana del Agua S.A.
nuolira@globalomnium.com

Se estima un consumo de 190.000 toneladas al año de sales férricas en España y 2.150.000 toneladas en la UE, con incrementos constantes de precios de compra. Por otro lado, la ósmosis inversa y el intercambio iónico son percibidas como soluciones viables y factibles para hacer frente a la escasez de agua dulce a través de la desalinización del agua de mar y la reutilización de las aguas residuales, así como para proporcionar agua de calidad para procesos industriales de diferentes sectores (automoción, alimentación, farmacéutica, etc.) muchos de ellos con EDAR industriales también con consumos de coagulantes. En la ósmosis inversa e intercambio iónico se producen salmueras que normalmente se vierten al medio ambiente sin tratamiento previo, existiendo pocas EDAR con autorización administrativa para aceptarlas.

En el proyecto que aquí se expone se presentan los resultados de la producción de coagulantes para el autoconsumo en EDAR a partir de una tecnología electrolítica usando salmueras y residuos metálicos como electrodos, tanto a escala de laboratorio como en piloto en reactor de 100 L de capacidad. Procesando salmueras con una conductividad de 11 mS/cm se obtuvieron consumos energéticos inferiores a 4 kWh/kg-metal tanto para coagulante base Fe como Al. En cambio, con salmueras de 4 mS/cm el consumo energético mínimo fue de alrededor de 10 y 20 kWh/kg según tipo de coagulante producido. Los productos obtenidos fueron aplicados a agua residual en ensayos *jar-test*, con dosis entre 4-32 mgFe/L y 2-10 mgAl/L. En general, la salmuera de 11 mS/cm se comportó mejor, consiguiéndose reducir la concentración de fósforo de $2,15 \pm 0,21$ mgP/L a $1,01 \pm 0,02$ mgP/L y a $0,49 \pm 0,01$ mgP/L con 5,72 y 11,49 mgFe/L, respectivamente. Con coagulante en base aluminio se redujo a $0,96 \pm 0,09$ mgP/L con 2,69 mgAl/L, siendo necesario aumentar hasta 10,14 mgAl/L para obtener valores de $0,55 \pm 0,11$ mgP/L. Estos resultados muestran un potencial de escalado y optimización, con ahorro de producción respecto al coagulante comercial de hasta un 71%. Dicha optimización se está realizando en el proyecto LIFE Waste2Coag con la construcción de una planta piloto con una capacidad de producción de coagulantes de 2,5 m³/h.

Palabras clave: Coagulante, electrólisis, salmuera, residuo metálico.

Agradecimientos: Se agradece financiación al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) de la Unión Europea con el objetivo de promover el desarrollo tecnológico, la innovación y una investigación de calidad (Exp. IDI-20190231), y a la Comisión Europea dentro del marco de financiación del programa LIFE 2020 proyecto LIFE Waste2Coag (GA No. LIFE20 ENV/ES/000430).

Uso de fluorescencia y análisis multivariable como método “low-cost” para estudiar degradaciones de contaminantes emergentes

I. Sciscenko, A. Amat, P. Micó, M. Mora y L. Santos-Juanes

Universitat Politècnica de València. Dpto. de Ingeniería Textil y Papelera. Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada.
lusanju1@txp.upv.es

Las fluoroquinolonas (FQ) son antibióticos, considerados contaminantes emergentes y detectados frecuentemente en estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), donde no son degradadas, siendo introducidas en el medio ambiente (Liu, S., et al. (2017). Environ. Sci. Pollut. Res., 25, 8035-8043). Los radicales hidroxilos, producidos por algunos de los llamados procesos de oxidación avanzada, son extremadamente reactivos, pudiendo degradar los contaminantes emergentes, generalmente resistentes a los tratamientos secundarios de las EDAR.

El seguimiento de estos contaminantes en tratamientos terciarios suele ser estudiada empleando técnicas costosas como cromatografía líquida con espectrometría de masas. Por ello se propone, necesaria una metodología simple y sensible para obtener información rápida de su presencia y posterior eliminación. En este sentido, las matrices de fluorescencia (EEM) en combinación con el análisis de paralelo de factores (PARAFAC) han demostrado recientemente, ser una opción prometedora como herramienta de análisis, económico, rápido y sencillo, para medir degradaciones de FQs. Además de permitir seguir la degradación de cada antibiótico por separado, se puede ver el comportamiento de los intermediarios de reacción, pudiendo también deducir sus posibles estructuras moleculares según la zona de emisión (Sciscenko, I., et al. (2021). ACS Omega, 6, 4663-4671).

Como extensión de trabajos anteriores, en este trabajo hemos estudiado la degradación de una mezcla de 5 FQs (concentración 3 μM cada una) a escala planta piloto, con distintas matrices de agua (ultra-pura, salada y de EDAR simulada) y empleando foto-Fenton solar como método oxidativo. Tras medir las EEM en distintos tiempos de degradación, un modelo de 7 componentes PARAFAC permitió medir la caída de fluorescencia de los 5 contaminantes y la evolución de las señales correspondientes a dos intermediarios, uno de ellos relacionado con estructura del tipo-FQ, y el otro, proveniente de las sustancias tipo húmicas del agua de EDAR. Con estos resultados, intentamos demostrar que, con una técnica económica, en presencia de interferencias y sin ningún tipo de método de separación se pueden estudiar las degradaciones de contaminantes emergentes en concentraciones menores al $\mu\text{g/L}$.

Palabras clave: Fluorescencia, antibióticos, fluoroquinolonas, foto-Fenton.

Agradecimientos: Este trabajo ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención Marie Skłodowska-Curie n.o 765860. Este proyecto ha recibido financiación del Ministerio de Economía y Competitividad de España RTI2018-097997-B-C31.

Eliminación de fósforo de la EDAR de Antequera mediante cloruro férrico: estudio a escala de planta real

B. Arhoun¹, M.M. Cerrillo¹, R. León², J.M. Artacho y J.M. Rodríguez-Maroto¹

¹ Universidad de Málaga. Departamento de Ingeniería Química. Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental (GIGA) ² Empresa Municipal de Depuración de Aguas Residuales de Antequera (Aguas El Torcal)
arhoun.b@uma.es

Según la normativa española, la EDAR de Antequera se sitúa en una zona vulnerable, limitando la concentración de fósforo en el vertido a un valor inferior a 2 mg P L⁻¹. La EDAR se equipó con un sistema de lodos de activación de aireación extendida como tratamiento biológico, lo que genera una baja cantidad de lodos. El exceso de fangos secundarios se bombea desde los decantadores al espesador con un caudal total de 835 m³/día y con una concentración media de fósforo total (P) y de fosfatos (PO₄³⁻) de 40 mg L⁻¹ y 45 mg L⁻¹, respectivamente. El sobrenadante del espesador se retorna a la cabeza de la EDAR.

Este estudio a escala de planta real se centró en la actuación sobre el espesador para eliminar el fósforo. Para ello se investigó el efecto del caudal de suministro de FeCl₃ (40% en peso), en la precipitación química del fósforo, la alcalinidad y el pH. La dosificación de diferentes caudales de FeCl₃ se realizaron con unas bombas peristálticas operando a un caudal total de 2, 7 y 14 L/h de manera continua.

Los resultados obtenidos muestran que a un caudal alto (14 L h⁻¹), la eliminación de P y PO₄³⁻ alcanza unos valores de 98,8% y 99,8%, respectivamente. Para una dosificación con un caudal medio (7 L h⁻¹) se alcanzan valores de eliminación de P y PO₄³⁻ aproximadas del 77,5 % y un 86,6 % respectivamente. Para estos dos caudales, se observó el agotamiento de la alcalinidad y un descenso importante del pH (≈ 3), lo que parece indicar precipitación de hidróxido férrico. Al bajar el caudal a 2 L h⁻¹, la eliminación de P y PO₄³⁻ es de 57 % y 65% respectivamente. En cualquier caso, La alcalinidad y el pH no experimenta modificaciones apreciables.

Para concluir, la dosificando de una cantidad adecuada de FeCl₃ es de gran importancia para suprimir la presencia de concentraciones importantes en la corriente de retorno a la cabecera de la planta.

Palabras clave: Cloruro férrico, escala de planta real, espesador, fósforo, precipitación química

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación financiera del Programa “Ayudas a actividades de transferencia de conocimiento entre los agentes del sistema andaluz del conocimiento y el tejido productivo. Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad. Junta de Andalucía”. Ref. AT17_5576. Los autores agradecen a la Empresa Municipal de Depuración de Aguas Residuales de Antequera (Aguas El Torcal) las facilidades para la realización de la investigación. M.M Cerrillo González agradece al Ministerio de Universidades de España por la financiación de su contrato predoctoral FPU2018/04295.

Aplicaciones de compuestos híbridos basados en azufre elemental: Nuevos adsorbentes para la remediación de aguas

J. Cubero-Cardoso¹ y J. Urbano¹

¹Laboratory of Sustainable and Circular Technology. CIDERTA and Chemistry department, Faculty of Experimental Sciences. Campus de "El Carmen", University of Huelva, 21071 Huelva, Spain.

j.cubero@dqcm.uhu.es juan.urbano@dqcm.uhu.es

La preocupación por el medio ambiente en los últimos años ha aumentado, estando en pleno auge la búsqueda de nuevas técnicas de eliminación de contaminantes en aguas, bajo el amparo de medidas legislativas (Directiva 2000/60/CE). Sin embargo, en ocasiones, muchas de estas técnicas son costosas a nivel económico y operacional.¹ Recientemente, se ha incrementado el uso de adsorbentes complejos para la remediación de aguas contaminadas, bien por contaminantes emergentes o bien por metales pesados. Algunos de los adsorbentes empleados ampliamente son de origen mineral como es el caso de zeolitas, óxidos metálicos o arcillas.³ Por otra parte, estudios recientes han descrito el uso de un nuevo tipo de material polimérico con base de azufre, capaz de capturar de manera eficiente mercurio en disolución acuosa.³ Este nuevo tipo de material fue descrito inicialmente por Pyun. J. *et al*, mediante una nueva metodología denominada vulcanización inversa.⁴ para lo cual es necesario el concurso de azufre, así como de otros monómeros insaturados para formar esta nueva clase de polímeros híbridos inorgánicos/orgánicos. La fuente del azufre utilizado puede ser el excedente obtenido en la extracción del gas H₂S del crudo de petróleo, además de la utilización de otra materia prima renovable, como son los aceites vegetales, como fuente de compuestos insaturados, posibilitando una elevada sostenibilidad del sistema. En nuestro grupo de investigación se están llevando dos interesantes líneas de trabajo para la eliminación de metales pesados y de compuestos orgánicos, tales como fármacos, en aguas. Se han formulado copolímeros con diferentes proporciones entre azufre y aceites vegetales (30, 70 y 80 % S₈) y se han hecho ensayos modificando dosis y tiempos de adsorción frente a distintos metales pesados. Las adsorciones oscilan entre rendimientos bajos a moderados para metales duros frente a rendimientos cuantitativos para la eliminación de metales blandos. Asimismo, un estudio paralelo se ha enfocado en la eliminación de medicamentos convencionales y de uso común que se encuentran a diario en las aguas residuales de las ciudades, como son el diclofenaco, el ibuprofeno y la carbamazepina. En este estudio se han alcanzado altas tasas de eliminación de los fármacos, al utilizar el copolímero con un 50% de azufre.

1. Benson, R. *et al.* 2017. *Sci. Total Environ.* 579, 1643-1648.
2. Sharma, A. *et al.* 2020. *Biointerface Res. Appl. Chem.* 10(3), 5556–5563.
3. Worthington, M.J.H. *et al.* 2017. *Chemistry.* 23, 16219–16230.
4. Chung, W. J. *et al.* 2013. *Nat. Chem.* 5, 518–524.

Palabras clave: Química verde; azufre; aceite vegetal; vulcanización inversa, remediación de agua.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Junta de Andalucía Consejería de Economía y Conocimiento (Proyecto UHU-1257728).

Aprovechamiento del char de pirólisis de residuos plásticos post-consumo como adsorbente para la eliminación de metales pesados

M. Calero¹, G. Blázquez¹, J. Balbis¹, R. Solis¹, M.J. Muñoz¹, A. Pérez¹ y M.A. Martín-Lara¹

¹ Universidad de Granada. Dpto. de Ingeniería Química. Grupo de Investigación: Concentración de Sólidos y Biorrecuperación (RNM-152)
mcalero@ugr.es

Para resolver el desafío que representan los residuos plásticos y desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles, la propia industria de los plásticos ha puesto el foco en el reciclado químico como complemento al mecánico. Una de las tecnologías de reciclado químico es la pirólisis, que permite descomponer el residuo plástico en tres productos: gas, líquido (aceite de pirólisis o bio-oil) y sólido (char). En esta investigación, el char producido a partir de la pirólisis de residuos plásticos mezcla procedentes de la fracción rechazo de las plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos, ha sido utilizado como adsorbente de metales pesados en medios acuosos.

El char ha sido tratado térmicamente con atmósfera de N₂ a 760 °C, a continuación con HCl y secado en estufa a 120 °C durante 24 h para su estabilización. El char nativo (CN) y el tratado (CT) han sido caracterizados para determinar sus principales propiedades superficiales. Antes de su empleo como adsorbentes, se estudió la variación de algunas propiedades del agua cuando se pone en contacto con el char. En este sentido, se determinó la variación de pH, el COT y la presencia de metales causados por la lixiviación del char. Posteriormente, se realizaron ensayos de adsorción en discontinuo de Pb en disoluciones acuosas con los dos adsorbentes, manteniendo una relación sólido/líquido de 0,5 g/L, pH de 5, tiempo de contacto de 24 h y concentración inicial del metal de 10 a 500 mg/L.

Los resultados muestran que el CN tiende a aumentar el pH del medio, estabilizándose en un valor próximo a 10, mientras que el CT tiene un carácter ácido, estabilizándose el pH en un valor próximo a 6. El COT del agua es similar con los dos sólidos siendo los valores inferiores a 100 mg/L en todos los casos. También, se ha encontrado que se produce lixiviación de metales, aunque con valores inferiores a 0,1 mg/L salvo para algunos metales como el Sb que llega a valores cercanos a 0,7 y 9 mg/L para CN y CT, respectivamente. Finalmente, los ensayos de adsorción han mostrado que el CN tiene una mayor capacidad de adsorción llegando a un valor próximo a 350 mg/g, frente al valor próximo a 100 mg/g obtenido con el CT. Estos resultados se pueden explicar mediante la caracterización realizada a los sólidos que han permitido relacionar la capacidad de adsorción con sus propiedades superficiales.

Palabras clave: Adsorbentes, char de pirólisis, metales pesados, residuos plásticos.

Agradecimientos: Este trabajo ha recibido financiación del proyecto PID2019-108826RB-I00/SRA (Agencia Estatal de Investigación) /10.13039/501100011033) y del proyecto: P20_00167 (FEDER/Junta de Andalucía-Ministerio de Economía, Transformación, Industria y Universidades).

Emisión de microplásticos en entornos domésticos

D. Sol, A. Menéndez-Manjón, S. Carrasco, J. Crisóstomo-Miranda, A. Laca, A. Laca y M. Díaz

Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medioambiente, C/ Julián Clavería s/n, 33006, Oviedo, España. Grupo de investigación Tecnología de Bioprocesos y Reactores (TBR)
lacaadriana@uniovi.es

Los microplásticos (MPs) se consideran contaminantes antropogénicos emergentes que se encuentran de manera ubicua en la naturaleza en ecosistemas acuáticos, terrestres o aéreos, especialmente en las aguas de red y en las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas (EDARUs) (Sol, D., et al. (2021), Appl. Sci., 11(21), 10109). Cada vez más estudios alertan de su presencia y su potencial peligro en la fauna y flora, desencadenando problemas en estos organismos ya sean por su potencial de transferencia de contaminantes como por su propia acumulación. A través de la cadena trófica llega a los humanos (Masiá, P., et al. (2020), Mar. Pollut. Bull., 156, 11252). Ante esta situación, cada vez más gobiernos están tomando nuevas directrices y normativas que intenten paliar este problema (Sol, D., et al. (2020), Sci. Total Environ., 740, 140016). Una de las formas de actuación es minimizar la liberación de estos MPs al medio ambiente y para ello hay que empezar por conocer el origen de estos contaminantes.

En la presente comunicación, se ha realizado un estudio de la presencia de MPs en agua de grifo, y su liberación en lavavajillas bajo diferentes condiciones de operación. En el agua de grifo se ha encontrado una concentración comprendida entre 4.1 y 9.9 MPs/L. Por otro lado, el uso del lavavajillas vacío puede liberar hasta 1200 MPs por carga (15 L) a temperatura ambiente. Este efecto se ve incrementado con la temperatura, ya que a 75°C se pueden liberar entre 800 y 1000 MPs adicionales. Finalmente, el uso de detergentes convencionales contribuye a la degradación química de los plásticos y la posterior liberación adicional de 200-400 MPs. Por lo tanto, a modo general, se ha encontrado que el lavavajillas puede actuar como una fuente emisora, no estudiada hasta el momento, que contribuye a aumentar el número de MPs presentes en la red de saneamiento entre 2000 y 3000 MPs.

Palabras clave: Microplásticos, degradación, liberación, contaminación.

Lixiviados de vertedero: Impacto de la edad en el tratamiento por ultrafiltración

D. Núñez¹, P. Oulego¹, S. Collado¹, F. Riera¹ y M. Díaz¹

¹ Universidad de Oviedo. Dpto. de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente. Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores
mariodiaz@uniovi.es

La necesidad de una gestión eficiente de los lixiviados generados en vertederos urbanos está aumentando debido al crecimiento poblacional y al endurecimiento de las restricciones en materia medioambiental (D.S. Fernández, *et al.* (2014). *Environ. Geochem. Health*, 36, 489-503). La tecnología de separación por membranas se considera una opción prometedora, ya que es una tecnología sostenible caracterizada por una alta eficiencia y un bajo consumo de energía. Sin embargo, presenta el inconveniente del ensuciamiento de las membranas, que puede llegar a reducir drásticamente el flujo de permeado generado (W. Guo, *et al.* (2012). *Bioresour. Technol.*, 122, 27-34). Para poder diseñar protocolos eficientes de operación y limpieza es crítico conocer en profundidad la naturaleza y los mecanismos de formación de este ensuciamiento. Sin embargo, resulta difícil establecer un tratamiento estandarizado al tratarse de corrientes muy variables, siendo la edad del lixiviado un factor crítico en esta variabilidad (J. Wiszniowski, *et al.* (2006). *Environ. Chem. Lett.*, 4, 51-61). Por ello, el objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de la edad del lixiviado en los mecanismos de ensuciamiento de la membrana.

El estudio ha sido realizado a 70°C y 1,6 bar con membrana tubular de ZrO₂-TiO₂ de 150 kDa de tamaño de corte. Los resultados revelaron que el envejecimiento del lixiviado tuvo un efecto positivo en su ultrafiltración, presentando una permeabilidad final dos veces superior en comparación con el lixiviado joven. El análisis a través del modelo de resistencias en serie reveló que esta diferencia se debe al mayor ensuciamiento reversible generado durante la filtración del lixiviado joven, y que puede ser atribuido a su mayor carga orgánica. En cualquier caso, la mayor parte de la pérdida de permeabilidad se debió al ensuciamiento reversible, siendo los ensuciamientos irrecuperable o irreversible escasos, y presentando valores similares independientemente de la edad del lixiviado. La modelización del ensuciamiento mostró que, en ambos tipos de lixiviados, el mecanismo principal es la formación de torta sobre la superficie de la membrana. Las retenciones máximas de color, COT y DQO para el lixiviado maduro fueron del 73%, 46,4% y 49,6%, respectivamente; y del 64,7%, 57,2% y 48% para el joven.

Palabras clave: Edad, ensuciamiento, lixiviado, modelización, ultrafiltración.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación del Ministerio de Economía y Competitividad a través del Proyecto CTM2015-63864-R y a los fondos FEDER de la Unión Europea. También se agradece la financiación de la Consejería de Empleo, Industria y Turismo del Principado de Asturias a través del proyecto AYUD/2021/51041. D. Núñez agradece la beca predoctoral "Severo Ochoa" (BP19-093) del Principado de Asturias.

Nuevos adsorbentes para disoluciones de As(V) a partir de escorias de acería

V. Arniella¹, P. Oulego¹, S. Collado¹ y M. Díaz¹

¹ Universidad de Oviedo. Dpto. Ingeniería Química y Tecnología del Medioambiente. Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores.

mariodiaz@uniovi.es

La presencia de arsénico en aguas subterráneas se ha convertido en un problema de gran magnitud a nivel mundial, con casos documentados en Bangladesh, India, China, Tailandia, Argentina y Chile. Ello es debido a la naturaleza tóxica y carcinogénica de este semimetal. Por esta razón, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció en 10 ppb (0,01 mg/L) la concentración máxima admisible de arsénico en aguas de consumo (Jain, C.K., et al. (2000). *Water Res.*, 34, 4304-4312)

Con objeto de hacer frente a este problema, se han desarrollado diferentes tratamientos para la eliminación de arsénico en medios acuosos, tales como precipitación química, intercambio iónico, electro-coagulación o adsorción (Mohan. D., et al. (2007). *J. Hazard. Mater.*, 142, 1-53). Entre todos ellos, destaca el empleo de la adsorción utilizando distintos materiales, entre los que se incluyen los de tipo biológico, óxidos de minerales, carbones activos o resinas poliméricas dada su eficacia, sencillez y coste (Oh. C., et al. (2012). *J. Hazard. Mater.*, 213-214, 147-155). Asimismo, en los últimos años ha cobrado especial importancia el concepto de la revalorización en un contexto de economía circular a fin de desarrollar procesos de tratamiento más sostenibles. En este punto, los residuos obtenidos en la industria siderúrgica son materiales susceptibles de ser utilizados como adsorbentes en la eliminación de As(V).

El objetivo de este trabajo ha sido la preparación de materiales (L1 y S1) a partir de la escoria de acería, evaluando su capacidad para la eliminación de arsénico en aguas contaminadas. Dichos materiales fueron completamente caracterizados mediante distintas técnicas: análisis elemental, XRD, XRF, EDX, FTIR, adsorción-desorción con N₂ a -196°C, SEM y TEM.

Se ha trabajado con disoluciones acuosas de arseniato sódico (Na₂HAsO₄·7H₂O) evaluándose el efecto de la temperatura (25°C-45°C), dosis de adsorbente (0,1-0,8 g/L), tiempo de contacto, pH (3-11) y concentración del contaminante (0-100 ppm). La dosis óptima de adsorbente resultó 0,2 g/L y la temperatura tiene un efecto moderado en la capacidad de adsorción, incrementando su valor un 16%. Los datos experimentales se ajustaron a las isothermas de Langmuir, Freundlich y Temkin, siendo el modelo de Langmuir el que mejor describe la adsorción ($r^2=0,993$ y $RSS=13,80$). Así, se obtuvo una capacidad máxima de adsorción 49,34 mg/g para L1 y 2,02 mg/g para S1 a 25 °C y pH 7. En ambos casos, el proceso sigue un modelo cinético de segundo orden. A la vista de los resultados cabe indicar que el material L1 resulta adecuado para el tratamiento de aguas con elevadas cargas de As(V).

Palabras clave: Adsorción, arsénico, modelización, revalorización, subproducto siderúrgico.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación de la Oficina de Empleo, Industria y Turismo del Principado de Asturias (España) a través del proyecto AYUD/2021/51041.

Remediación de suelos contaminados con HCHs mediante activación alcalina de PS intensificada con ultrasonidos

A. Checa-Fernández¹, A. Santos¹, A. Romero¹ y C.M. Domínguez¹

¹ Universidad Complutense de Madrid. Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales. Grupo de Investigación: INPROQUIMA.
crcheca@ucm.es

El uso extensivo del pesticida organoclorado lindano (γ -HCH), acompañado de la ineficiencia del proceso de fabricación (producción de elevadas cantidades de otros isómeros HCH), ha generado grandes volúmenes de residuos. Los HCHs son sustancias neurotóxicas y carcinógenas, por lo que su producción y uso están prohibidos en numerosos países. Sin embargo, hoy en día muchos emplazamientos permanecen contaminados con estos residuos. Un ejemplo de gran interés se encuentra en el vertedero de Bailín (Sabiñánigo, Huesca, España). En los últimos años se ha llevado a cabo el traslado de toneladas de residuos de HCH de este emplazamiento a un vertedero controlado. Sin embargo, los suelos superficiales del antiguo vertedero presentan todavía una elevada concentración de contaminantes (principalmente α -HCH y β -HCH). El tratamiento on-site de estos suelos es la mejor opción para su remediación. Se han probado varias tecnologías de oxidación basadas en la activación de persulfato (PS): activación térmica, alcalina y aplicación simultánea de temperatura y álcali (Domínguez, C. M., et al. (2021). *Sci. Tot. Environ*, 751, 141754, Checa-Fernández, A., et al. (2021) *Sep. Purif. Technol.* 270, 118795). Los resultados obtenidos con el último tratamiento (PS/NaOH/T) son prometedores ($X_{\text{contaminantes}} > 95\%$) aunque se requiere de elevados tiempos de reacción (14 días). Para mejorar la cinética y disminuir el tiempo de tratamiento, se ha estudiado la intensificación del sistema mediante la aplicación de ultrasonidos (PS/NaOH/US).

En primer lugar, se ha evaluado el efecto de la aplicación de US en la desorción de los contaminantes. Las imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM) verificaron que la aplicación de US facilita la ruptura de los agregados del suelo, favoreciendo la desorción de los contaminantes (triclorobencenos, TCBs, generados a partir de la hidrólisis de HCHs a $\text{pH} > 12$) del suelo. Se ha estudiado la influencia de la potencia de US (0-245 W, correspondiente a una densidad de potencia de $0-91 \text{ W L}^{-1}$) y la concentración inicial de oxidante ($C_{\text{PS}} = 10-60 \text{ g L}^{-1}$) en la eficiencia del proceso. Al aumentar la potencia, la velocidad de degradación de contaminantes aumenta y la diferencia entre la oxidación y dechloración de contaminantes disminuye, lo que se asocia a una menor concentración de compuestos de reacción intermedios. Del mismo modo, la concentración inicial de oxidante juega un papel fundamental en el tratamiento de remediación. En las condiciones de operación seleccionadas ($C_{\text{PS}} = 60 \text{ g L}^{-1}$, $\text{NaOH/PS} = 2$, 165 W), se alcanzó una degradación de contaminantes y una dechloración del 94 y 74 %, respectivamente, en tan sólo 3 h de tratamiento.

Palabras clave: HCHs, remediación de suelos, ultrasonido, persulfato, activación alcalina.

Agradecimientos: Los autores del trabajo agradecen a los proyectos S2018/EMT-4317 y PID2019-105934RB-I00, así como a la empresa SARGA por el suministro de muestras.

Estudio de la capacidad de recuperación de amonio del agua residual mediante zeolitas activadas con Na

J. Godifredo¹, R. Barat¹, J. Ferrer¹ y A. Seco²

¹ Universitat Politècnica de València. Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. Grupo de Investigación: CALAGUA.

² Universitat de València. Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación: CALAGUA.

jegocal.cam.upv.es

Los procesos de intercambio catiónicos se presentan como posibles alternativas de tratamiento del agua residual por diversos motivos: tratamiento modular que permite adaptarse a variaciones de caudal, menor impacto de la temperatura respecto a un sistema biológico, sistema más simple sin necesidad de aireación y los costes energéticos asociados y además permiten recuperar los nutrientes del agua residual. En este sentido, desde el grupo de investigación CALAGUA hemos querido caracterizar una zeolita natural activada con NaOH procedente de Eslovaquia para la recuperación de amonio. Posteriormente se ha estudiado la relación entre la capacidad de adsorción y los parámetros caudal y concentración de amonio cuando se trabaja en una columna de intercambio. Paralelamente se ha analizado la influencia del caudal de regeneración y la concentración de la solución regenerante respecto al porcentaje de amonio recuperado. El influente con el que se ha trabajado es un permeado que proviene de una planta de ultrafiltración de agua bruta. Esta corriente no presenta sólidos suspendidos y su concentración de DQO es inferior a 70 mg DQO/L, por lo cual es una corriente apta para este tipo de tratamiento.

El estudio de la cinética de adsorción muestra que tras un tiempo de contacto de 4 horas se puede asumir que la capacidad de adsorción es prácticamente la máxima (2.54 mg N-NH₄/ g zeolita para un influente de 30mg N-NH₄/L). Además, el comportamiento se asemeja a una cinética de pseudo segundo orden. Las isotermas mostraron cómo la activación de la zeolita con NaOH mejoró la capacidad de adsorción en un 17%. Los resultados también reflejan que la competición de los cationes (Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺) con el NH₄⁺ por los puntos de intercambio disponibles provoca una pérdida de eficacia de adsorción 12 y un 20%. De manera análoga a lo que se observa en bibliografía, las isotermas se ajustaron mejor al modelo de Langmuir que el de Freundlich.

Los ensayos realizados en las columnas de intercambio catiónico permitieron observar una reducción de más del 50% en la capacidad de adsorción en el caso de multiplicar por 4 el caudal de tratamiento (de un máximo de 20L tratados a tan solo 13L). Los estudios de regeneración permitieron seleccionar el caudal de regeneración que redujese al mínimo el tiempo necesario para esta etapa, pero sin comprometer la regeneración, a la vez que se pudo optimizar la dosis de regenerante.

Palabras clave: Zeolitas, intercambio catiónico, adsorción, ultrafiltración.

Agradecimientos: El proyecto MEM4REC donde se engloba este trabajo fue financiado por la AEI (CTM2017-86751-C2). El Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades financió mi beca de doctorado FPU (FPU17/00540). La empresa ZEOCEM nos facilitó las zeolitas.

Estudios sobre el efecto del tratamiento electromagnético en la precipitación de carbonato cálcico usando aguas de diferentes calidades

N. Boluda-Botella^{1,2}, S. Martínez-Moya¹, M.D. Saquete-Ferrándiz^{1,2} y J. García-Quiles³

¹ Universidad de Alicante. Instituto Universitario de Ingeniería de Procesos Químicos. Equilibrio entre fases. ² Universidad de Alicante. Instituto Universitario del Agua y las Ciencias Ambientales. Recursos hídricos y desarrollo sostenible ³ Ecotécnica Energy Systems S.L., Elche 03204, Spain.

nuria.boluda@ua.es

En este trabajo se muestra la investigación llevada a cabo en la Universidad de Alicante sobre el efecto del equipo electromagnético TK3K, diseñado y patentado por la empresa Ecotecnica Energy Systems S.L., que se comercializa para evitar incrustaciones en tuberías.

Se están realizando estudios experimentales para la precipitación de carbonato cálcico, a partir de aguas de diferentes calidades, según 2 métodos: (1) “ensayos de precipitación rápida controlada” (Mahmoud, B. et al. (2016) Separation and Purification Technology, 171, 88-92) donde se elimina el CO₂ mediante agitación y (2) ensayos con incremento de concentraciones en disolución (Piyadasa, C. et al. (2017). Environmental Science Water Research & Technology, 3, 566-572) con Ca (NO₃)₂ y Na₂CO₃. El efecto del tratamiento se analizó midiendo diferencias en turbidez, absorbancia y tipo de cristalización: calcita (romboédrica, incrustante) y aragonito (ortorrómbica, no incrustante) con un microscopio óptico de luz polarizada (OPTIKA NP-400T) o mediante SEM (JEOL modelo JSM-840).



Figura 1. Ensayos de precipitación

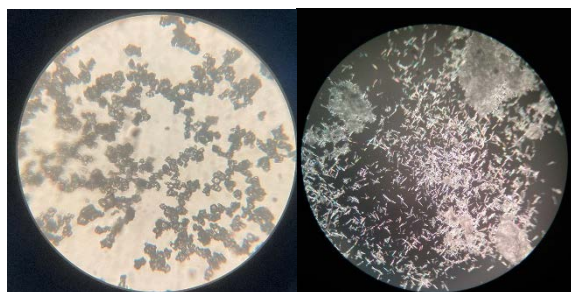


Figura 2. Cristales de calcita y aragonito observados en el microscopio óptico

Palabras clave: Dureza, Electromagnetismo, Precipitación de carbonato cálcico, Calcita, Aragonito

Agradecimientos: Este estudio se ha realizado gracias a la financiación proporcionada por la Generalitat Valenciana (FEDEGENT/2018/005) y la compañía ECOTÉCNICA ENERGY SYSTEMS S.L.

Proyecto LIFE ZWW: sistema de saneamiento urbano integral para obtener biogás, nutrientes y agua de calidad para reutilización en poblaciones de menos de 50.000 h.e.

**J. Bautista-Giménez¹, M. Roldan¹, L. Borrás¹, N. Martí¹, A. Bouzas¹, A. Robles¹, M.V. Ruano¹,
A. Mosquera², A. Seco¹, J.R. Vázquez³ y J. Ribes¹**

¹ Universitat de València. Dpto. Ing. Química. Grupo de Investigación CALAGUA. ² Universidad de Santiago de Compostela. Dpto. Ing. Química. Group of Environmental Biotechnology. ³ FCC Aqualia. Dpto. Innovación y tecnología.

josep.ribes@uv.es

El proyecto LIFE Zero Waste Water (ZWW) se centra en estudiar la viabilidad económica y ambiental del tratamiento conjunto de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) y el agua residual urbana (ARU) en instalaciones para la recuperación de recursos (IRR) a partir del tratamiento anaerobio de la corriente mezcla. Se obtiene un vector energético almacenable (biogás), agua con nutrientes para fertirrigación y lodos para producir compost de calidad. Este proyecto se basa en la incorporación de los residuos de cocina al ARU, mediante el uso de trituradores domésticos (Food Waste Disposers, FWD) y su envío a través de la red de saneamiento a la IRR del municipio. Este sistema de saneamiento integral evita la necesidad de implementar la recogida selectiva de la FORSU, con lo que se reduce el impacto económico y ambiental de la gestión y transporte de RSU y se minimiza la disposición final en vertedero, escalando así en la jerarquía de tratamiento de residuos.

El objetivo principal del proyecto ZWW es revolucionar los procesos convencionales de tratamiento de aguas y gestión de biorresiduos municipales para recuperar todos los recursos existentes: agua, materia orgánica y nutrientes. Para ello, en ZWW se estudiará la viabilidad de un tratamiento anaerobio conjunto del agua residual y la FORSU como una solución innovadora, con balance energético positivo y económicamente rentable en poblaciones de menos de 50.000 habitantes equivalentes. El proyecto incluye el diseño y operación de un tren de tratamiento a escala demostración que tratará conjuntamente 125 kg/d de FORSU con 50 m³/d del agua residual urbana que llega a la EDAR de Valdebebas. Esta planta está compuesta por 4 módulos: reactor anaerobio de membranas (AnMBR), sistema AQU-ELAN de nitrificación parcial-Annamox, unidad de extracción y recuperación de nutrientes y sistema inteligente de monitorización y control del agua recuperable obtenida. Asimismo, se establecerá una estrategia de recogida y gestión de los residuos a nivel municipal, que incluirá campañas de concienciación y la adopción de compromisos con el vecindario y productores de residuos del área residencial de Valdebebas (Madrid). También se considerarán las barreras regulatorias existentes en materia de gestión conjunta del agua residual y los residuos municipales, considerando la posibilidad de su conexión y transporte por la red de alcantarillado.

Palabras clave: AnMBR, biogás, nitrificación parcial-Annamox, residuos de comida, reutilización, tratamiento anaerobio.

Agradecimientos: Programa LIFE de la Comisión Europea por la cofinanciación del proyecto ZERO WASTE WATER (LIFE19 ENV/ES/000631).

Precipitación de estruvita en sobrenadante de digestión anaeróbica utilizando subproductos de óxidos de magnesio

V.B. Aguilar-Pozo^{1,2}, K. Olaciregui-Arizmendi^{3,4}, B. Elduayen-Echave^{3,4}, S. Peña-Picola¹, E. Ayesa^{3,4}, J. M. Chimenos² y S. Astals¹

¹ Universidad de Barcelona. Dpto Ingeniería Química y Química Analítica. Grupo de Investigación: Biotecnología Ambiental.

² Universidad de Barcelona. Dpto. Ciencia de los Materiales y Química Física. Centro de Diseño y Optimización de Procesos y Materiales (DIOPMA). ³ CEIT-Basque Research and Technology Alliance (BRTA). Dpto. Agua y Salud, Grupo de Investigación:

Agua y Residuos. ⁴ Universidad de Navarra, Tecnun, Dpto. Ciencias Básicas

veronicaguilar@ub.edu

El fósforo es un recurso limitado y esencial para la vida. Actualmente, se estudian procesos para la recuperación de fósforo en estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), ya que se podría llegar a satisfacer entre un 15-20% de la demanda mundial de fósforo. Una de las tecnologías más consolidadas para recuperar el fósforo es la precipitación de la estruvita, formada en presencia equimolar de magnesio, amonio y fosfato. Posteriormente, la estruvita puede emplearse como fertilizante. Sin embargo, la implementación de esta etapa conlleva un elevado coste de reactivos, ya que generalmente debe añadirse una fuente de magnesio, normalmente $MgCl_2$, y un álcali para ajustar el pH óptimo de precipitación, normalmente NaOH, lo cual limita el proceso económicamente.

El proyecto MAGNYFOS donde colaboran NILSA, Magnesitas Navarra S.A., Ceit-BRTA y la Universidad de Barcelona tiene como objetivo precipitar estruvita, utilizando como fuente de magnesio un subproducto rico en óxido de magnesio, con un coste por unidad de magnesio 10 veces inferior al $MgCl_2$. EL objetivo del proyecto es abaratar los costes y avanzar en la implementación de una tecnología más sostenibles, en el marco de una economía circular. Con esta finalidad, se han caracterizado tres subproductos denominados PC8 (polvo de ciclón), con un contenido en MgO del 42-56%. Previa caracterización de los PC8s, se estudió su comportamiento durante la precipitación de la estruvita, se establecieron las condiciones óptimas de operación, para finalmente estudiar el sólido precipitado.

Los resultados experimentales muestran la factibilidad de utilizar PC8 como fuente de magnesio y, a la vez, como reactivo para incrementar el pH del sobrenadante a tratar. La poca solubilidad de los óxidos de magnesio no delimita el proceso, gracias a la alcalinidad inicial del sobrenadante. Los análisis realizados al precipitado muestran que la fase mineral mayoritaria es la estruvita, formada a través de dos mecanismos de precipitación.

Palabras clave: Estruvita, fósforo, precipitación, subproductos de óxido de magnesio, valorización de subproductos

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia e Innovación RTC2019-007257-5 y RYC-2017-22372.

Eliminación eficiente de fármacos mediante adsorción con nanopartículas de hierro encapsuladas en carbón: Regeneración por CWPO

E. Sanz-Santos¹, S. Álvarez-Torrellas¹, M. Larriba¹, J. Nieto-Sandoval², M. Munoz², B. Calderón³, A. Fullana³, Z.M. de Pedro², J.A. Casas² y J. García¹

¹Universidad Complutense de Madrid. Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales. Grupo de Investigación: Catálisis y Procesos de separación. Avda. Complutense, s/n. 28040 Madrid ²Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. de Ingeniería Química. Crta. Colmenar, km. 15. 28049 Madrid ³Universidad de Alicante. Dpto. de Ingeniería Química. San Vicente del Raspeig, s/n. 03690 San Vicente del Raspeig, Alicante
evsanz08@ucm.es; satorrellas@ucm.es

La presencia de contaminantes emergentes en las aguas constituye hoy en día un problema medioambiental importante. En este sentido, el proceso de adsorción se considera actualmente como uno de los más eficaces para la eliminación de contaminantes orgánicos. Sin embargo, la estructura eminentemente microporosa que muestran los carbones activados convencionales conduce a cinéticas de adsorción lentas. Por este motivo, en este trabajo se proponen como adsorbente nanopartículas de hierro encapsuladas en carbón sintetizado a partir de aguas residuales de almazara (CE-nFe) obtenidas mediante carbonización hidrotermal (Calderón, B., et al. (2018). ACS Sustain. Chem. Eng., 6, 7995-8002). Estas nanopartículas exhiben una estructura fundamentalmente mesoporosa, lo que les confiere unas propiedades únicas para mejorar la cinética del proceso de adsorción. Así, el objetivo de este trabajo es evaluar la viabilidad de CE-nFe en la adsorción de tres fármacos: sulfametoxazol (SMX), diclofenaco (DCF) y metronidazol (MNZ), así como el estudio de su posterior regeneración mediante CWPO.

Se han obtenido las isotermas de adsorción de los tres microcontaminantes ($C_0 = 100$ mg/L; dosis de adsorbente = 0,05-1,5 g/L; $T = 25$ °C; velocidad de agitación = 250 rpm), clasificándose en los tres casos como subtipo S-3, según la clasificación de Giles (Giles, C.H., et al. (1960). Chem. Eng. J., 228, 102-113). La capacidad de adsorción obtenida en el equilibrio fue de $60 < 140 < 280$ mg/g, para DCF, SMX y MNZ, respectivamente. Asimismo, en la cinética de adsorción ($C_0 = 100$ mg/L; dosis de adsorbente = 0,3 g/L) se observó una rápida adsorción de los tres fármacos, alcanzándose el equilibrio en tan sólo 5 min. La regeneración del adsorbente se realizó empleando $[H_2O_2] = 3000$ mg/L a 75 °C durante 4 h. Así, se obtuvo un porcentaje de regeneración del 84% para SMX, 44% para MNZ y 40% para DCF.

Palabras clave: Adsorción, contaminantes emergentes, regeneración.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Comunidad de Madrid la financiación obtenida mediante el Proyecto REMTAVARES (P2018/EMT-4341).

Uso de tratamientos avanzados para la eliminación de microplásticos en agua residual: filtros intermitentes de arena

A.P. Martín-García¹, A. Egea-Corbacho¹, A.A. Franco¹, G. Albendín², J.M. Arellano², R. Rodríguez-Barroso¹, M.D. Coello¹ y J.M. Quiroga¹

¹ Universidad de Cádiz. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente.

² Universidad de Cádiz. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia del Mar (CEI MAR). Departamento de Toxicología.
ana.martingarcia@uca.es

Los microplásticos (MPs) se han convertido en uno de los contaminantes emergentes que más preocupación suscitan en los últimos años. El amplio uso que se les da actualmente a los materiales plásticos en todo el mundo hace que sea uno de los residuos que en más cantidad se producen y desechan actualmente. La mala gestión de estos residuos hace que lleguen al medio ambiente, provocando un importante impacto en el medio terrestre y acuático. Los MPs (1 μm - 5 mm), que proceden de la producción industrial o de la degradación de otros plásticos de mayor tamaño, son especialmente peligrosos para los organismos acuáticos. Estudios recientes han encontrado que una de las principales vías de acceso de estos contaminantes al medio es el vertido de aguas residuales tratadas (Talvitie, J. et al. (2017). *Water Research*, 123, 401 – 407). Los MPs llegan a las EDAR en el agua residual procedente de actividades domésticas e industriales y, aunque se ha demostrado que los tratamientos convencionales pueden retirar hasta el 92% de los microplásticos que llegan a la planta (Yang, L. et al. (2019) *Water Research*, 155, 175 – 181), hasta $1,6 \times 10^{10}$ partículas al año podrían llegar a ser vertidas (Bayo, J. et al. 2020. *Chemosphere*, 238, 124593). El hecho de que no existan tecnologías específicas para su eliminación hace necesario establecer tecnologías adicionales como los tratamientos avanzados que permitan una mayor depuración del agua residual y la retirada de estos contaminantes. De entre las posibilidades que existen, los filtros intermitentes de arena se presentan como una alternativa eficiente, de bajo coste de implantación y mantenimiento y fácil operación. Esta tecnología de tratamiento es ampliamente utilizada actualmente, pero se precisan más estudios que muestren su desempeño en la retirada de MPs del agua residual y de los mecanismos que actúan según su morfología.

Palabras clave: Agua residual; arena; filtración intermitente; microplásticos; tratamientos avanzados.

Agradecimientos: Proyecto RTI2018-096771-B-I00 del Ministerio de Ciencia, titulado “Monitorización y análisis de la toxicidad de microplásticos en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales. Aplicación de tecnologías avanzadas para su eliminación”.

Eliminación de pesticidas azólicos mediante el sistema catalítico $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{H}_2\text{O}_2$ en un reactor de lecho fijo

N. López-Arago, J. Nieto-Sandoval, M. Muñoz, Z.M. de Pedro y J.A. Casas

Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. Ingeniería Química.
neus.lopez@uam.es

La amplia utilización de pesticidas para la protección de las cosechas en la agricultura intensiva está favoreciendo su presencia tanto en las aguas subterráneas como superficiales. Ello supone un importante riesgo tanto para el medio ambiente como para la salud humana dada la elevada persistencia y toxicidad de estos contaminantes. En este contexto, el desarrollo de tecnologías innovadoras para la eliminación de estos compuestos resulta esencial. Los procesos de oxidación avanzada suponen una interesante alternativa para tal fin al permitir transformar los contaminantes en productos con un menor impacto ambiental (Serrano, E., et al. (2019). *Sep. Purif. Technol*, 235, 116168). En este trabajo, se ha evaluado la eficacia del proceso Fenton heterogéneo operando en continuo para la eliminación de una mezcla de plaguicidas azólicos (tetraconazol (TET), penconazol (PEN) y tebuconazol (TEB)) incluidos en la Lista de Observación de la UE (Decisión 2020/1161).

Las reacciones se llevaron a cabo en un reactor de lecho fijo de magnetita natural (Fe_3O_4) en polvo empacada entre dos capas de magnetita granular con el fin de garantizar una buena distribución de la corriente acuosa a través del lecho de magnetita y evitar la pérdida del polvo catalítico. Los experimentos se realizaron en condiciones ambientales ($T = 25\text{ }^\circ\text{C}$) con un valor de pH ligeramente ácido ($\text{pH}_0 = 5$). Se evaluó el efecto de las siguientes variables: carga de magnetita (2–8 g), concentración inicial de los contaminantes (100–1000 $\mu\text{g L}^{-1}$), caudal de entrada (0,25–1 mL min^{-1}) y dosis de peróxido de hidrógeno (3,5–13 mg L^{-1}). El sistema resultó altamente efectivo para la eliminación de los tres pesticidas. En las condiciones óptimas (caudal = 0,5 mL min^{-1} , $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 6,7\text{ mg L}^{-1}$, $W_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 8\text{ g}$), se obtuvieron conversiones del 85%, 78% y 93% para TET, TEB y PEN, respectivamente. Los resultados experimentales se describieron adecuadamente mediante una ecuación cinética de pseudo-primer orden ($k \cdot 10^2 = 11,7, 9,4$ y $16,8\text{ mL g}_{\text{cat}}^{-1}\text{ min}^{-1}$ para TET, TEB y PEN, respectivamente, en las condiciones óptimas). Es importante destacar que el sistema también fue efectivo cuando se empleó como matriz un efluente real proveniente de una EDAR, aunque en este caso fue necesario aumentar ligeramente el tiempo de residencia en el lecho para alcanzar conversiones de los contaminantes superiores al 80%. Además de su alta efectividad, el sistema mostró una elevada estabilidad tras 200 h de operación, siendo la concentración de hierro lixiviado inferior a 0,1 mg L^{-1} a lo largo de todo el tiempo de operación.

Palabras clave: CWPO; EDAR; lecho fijo; magnetita; pesticidas azólicos.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido apoyada por la AEI española a través del proyecto PID2019-105079-RB-100 y por la CM a través del proyecto P2018/EMT-4341. M. Muñoz agradece a la AEI española el contrato postdoctoral Ramón y Cajal (RYC-2016-20648), J. Nieto-Sandoval el contrato FPI BES-2017-081346 y N. López-Arago el contrato predoctoral FPI PRE2020-094527.

Aplicación de la hidrodehalogenación catalítica a la eliminación de medios de contraste yodados en aguas

R.B. del Olmo¹, J. Nieto-Sandoval¹, Z.M. de Pedro¹, M. Muñoz¹ y J.A. Casas¹

Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Ingeniería Química. Ctra. Colmenar km 15, 28049 Madrid, Spain.
raul.benitod@uam.es

El extendido uso de medios de contraste yodados (ICM) en el ámbito farmacéutico y hospitalario favorece la presencia de estos compuestos en las aguas residuales lo que, unido a su alta persistencia y baja biodegradabilidad, contribuye a su dispersión en el entorno acuático (han sido detectados tanto en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales como en agua potable). Su presencia en los puntos de captación de agua potable conlleva un riesgo adicional ya que, durante el proceso de potabilización, pueden dar lugar a la formación de subproductos de desinfección yodados, compuestos de elevada toxicidad (Bocos, E., et al. (2016), *Environ Sci Pollut Res*, 23, 19134). Una alternativa prometedora para la eliminación de los ICM en agua la representa la hidrodehalogenación catalítica (HDH), proceso en el que los compuestos organohalogenados reaccionan con H₂ en presencia de un catalizador para generar los productos orgánicos libres de halógeno y los ácidos halhídricos correspondientes. En este trabajo se ha estudiado la efectividad de la HDH para la eliminación del ácido diatrizoico (DIA), uno de los ICM más utilizados.

La HDH del DIA (10 mg L⁻¹) se llevó a cabo en un reactor de vidrio (500 mL) con agitación magnética y control de temperatura (reacciones en el rango de 15 a 55 °C), introduciendo una corriente de H₂ de 50 mL min⁻¹. Se evaluó la actividad de tres catalizadores (0,25 g L⁻¹) con distintas fases activas (1% en peso de Pd, Rh y Pt, respectivamente) soportadas sobre alúmina. La eficacia del proceso se estableció considerando tanto la velocidad de degradación del contaminante, como la evolución de la toxicidad del efluente sobre nauplios de *Artemia salina*.

Todos los catalizadores resultaron activos en la HDH del DIA logrando la completa eliminación del contaminante en menos de 30 min. La evolución del contaminante pudo describirse, en todos los casos, según una cinética de pseudo-primer orden, siendo el catalizador más activo el de Pt/Al₂O₃ con una constante cinética de 0,275 min⁻¹ a 25 °C (E_a ~ 30 kJ mol⁻¹). La nula mortalidad de los nauplios de *Artemia salina* expuestos a los efluentes finales de reacción se relacionó con la completa eliminación, como HI, del yodo presente en la molécula del DIA (cumplimiento del balance de yodo por encima del 95 %). En conclusión, la HDH resultó un proceso efectivo, rápido y respetuoso con el medio ambiente para la eliminación de DIA del agua, permitiendo obtener efluentes libres de compuestos organoyodados y no tóxicos.

Palabras clave: Ácido diatrizoico; hidrodehalogenación catalítica; tratamiento de aguas.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido apoyada por el MINECO y la CM a través de los proyectos PID2019-105079RB-I00 y P2018/ EMT-4341, respectivamente. J. Nieto-Sandoval y M. Muñoz agradecen al MINECO el contrato FPI (BES-2017-081346) y el contrato postdoctoral Ramón y Cajal (RYC-2016-20648), respectivamente. R. B. del Olmo agradece al POEJ y a la Iniciativa de Empleo Juvenil (YEI) de la CM su contrato como Ayudante de Investigación (PEJ-2020-AI/AMB-19161).

Eliminación de ácidos haloacéticos mediante hidrodehalogenación catalítica.

R.B. del Olmo, J. Nieto-Sandoval, Z.M. de Pedro, M. Muñoz y J.A. Casas

Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. de Ingeniería Química. Ctra. Colmenar km 15, 28049 Madrid, Spain.
zahara.martinez@uam.es

Los ácidos haloacéticos (HAAs) constituyen la familia más importante dentro de la fracción no volátil de los subproductos de desinfección presentes en el agua potable. La formación de los HAAs durante la potabilización del agua depende en gran medida de las condiciones de tratamiento (tipo y dosis de desinfectante empleado, pH y concentración de materia orgánica e iones cloruro o yoduro presentes en el medio (Zwiener, C., et al (2005). TTAC 24, 613-621)). Dado que estos compuestos son especialmente peligrosos para la salud es necesario desarrollar tecnologías que garanticen su completa eliminación de las aguas de consumo. La hidrodeshalogenación catalítica (HDH) constituye una alternativa prometedora para este fin, dado que transforma los compuestos organohalogenados por reacción con H₂ en presencia de un catalizador en productos orgánicos libres de halógeno y los ácidos halhídricos correspondientes. En este trabajo se ha aplicado la HDH en fase acuosa para la eliminación de distintos HAAs (ácido cloroacético (MCAA), ácido bromoacético (MBAA) y ácido yodoacético (MIAA)) poniendo el foco en la influencia que ejerce el tipo de halógeno presente en la molécula sobre la eficacia del tratamiento.

La HDH de los HAAs (0,05 mmol L⁻¹) se llevó a cabo en un reactor de vidrio que operaba en batch (500 mL), con control de temperatura (25°C) y agitación (900 rpm). En todas las reacciones se utilizó un catalizador comercial de Pd/Al₂O₃ (1 wt% Pd) en polvo (0,5 g L⁻¹), y como reductor se introdujo una corriente de H₂ de 50 mLN min⁻¹. La eficacia del proceso se analizó en base a la velocidad de hidrodeshalogenación de los HAAs y a la reducción de la ecotoxicidad alcanzada tras el tratamiento (ensayo normalizado Microtox® utilizando *Vibrio fischeri*).

La eliminación de los HAAs mediante HDH (MCAA, MBAA y MIAA) se alcanzó en tiempos cortos de reacción (<60 minutos), obteniéndose ácido acético (único producto orgánico final) y los ácidos halhídricos correspondientes (HCl, HBr y HI, respectivamente). La reactividad de los tres HAAs estuvo marcada por el halógeno contenido en la molécula, estableciéndose el siguiente de reactividad en función del valor de sus constantes cinéticas aparentes: $k_{MBAA} = 0,530 \text{ min}^{-1} > k_{MIAA} = 0,422 \text{ min}^{-1} > k_{MCAA} = 0,059 \text{ min}^{-1}$. Por otro lado, para los tres HAAs ($EC_{50-MCAA} = 5,0$; $EC_{50-MBAA} = 8,5$ y $EC_{50-MIAA} = 10 \text{ mg L}^{-1}$) se observó una importante reducción de la ecotoxicidad (> 90 %) tras su tratamiento. Se puede concluir, por tanto, que el proceso de HDH resultó efectivo y rápido para la eliminación de los HAAs comúnmente formados en las potabilizadoras, permitiendo reducir la toxicidad del agua tratada.

Palabras clave: Ácidos haloacéticos; subproductos de desinfección; HDH.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido apoyada por el MINECO y la CM a través de los proyectos PID2019-105079RB-I00 y P2018/ EMT-4341, respectivamente. J. Nieto-Sandoval y M. Muñoz agradecen al MINECO el contrato FPI (BES-2017-081346) y el contrato postdoctoral Ramón y Cajal (RYC-2016-20648), respectivamente. R. B. del Olmo agradece al POEJ y a la Iniciativa de Empleo Juvenil (YEI) de la CM su contrato como Ayudante de Investigación (PEJ-2020-AI/AMB-19161)

Aplicación de ferrato potásico en depuración de aguas a escala de laboratorio y piloto: Ventajas e inconvenientes

I. Ilzarbe¹, J. Gómez¹, J. Chérrez¹ y R. Mosteo²

¹ Navarra de Infraestructuras Locales S.A. (NILSA) ² Universidad de Zaragoza Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón. Grupo Agua y Salud Ambiental
iilzarbe@nilsa.com

Los contaminantes emergentes pueden llegar al medio ambiente acuático desde diversas fuentes antropogénicas, como pueden ser las aguas residuales urbanas o la contaminación difusa de origen agrícola y ganadero. Hoy en día, es de elevado interés investigar procesos capaces de eliminar este tipo de compuestos que a su vez sean ambientalmente sostenibles. El uso de ion Fe (VI) ha demostrado su potencial para tratar ciertos productos farmacéuticos presentes en aguas e inactivar microorganismos. Además, su uso puede ser ventajoso dado que actúa en primer lugar como oxidante y desinfectante y como consecuencia de la reacción de oxidación tiene propiedades coagulantes, que mejoran la separación de sólidos en suspensión. El objetivo principal de esta investigación es evaluar la capacidad del ferrato potásico ENVIFER (K₂FeO₄) para la reducción de antibióticos con la finalidad de plantear su posible aplicación en distintas instalaciones de tratamiento de aguas. Los experimentos se realizan utilizando el procedimiento de coagulación-floculación-decantación para diferentes condiciones de agitación y tiempo. Se analiza el efecto de la concentración de K₂FeO₄ (100-1500 mg/L) así como del pH (4-9). Las matrices acuosas seleccionadas son agua desionizada y efluente de la depuradora de aguas residuales (EDAR) de Tudela (Navarra). Los compuestos analizados son cafeína amoxicilina, sulfadiazina y enrofloxacin. Las muestras se preparan mediante fortificación (1-20 mg/L).

Los principales resultados a escala de laboratorio muestran que el uso del K₂FeO₄ obtiene buenos resultados de eliminación, alcanzando valores máximos del 90% para enrofloxacin en aguas de salida de EDAR. Como inconvenientes, destacar que el uso de este reactivo produce un aumento importante del pH en el agua por lo que es necesario regular dicha adición en función del tipo de agua a tratar y corregir el pH antes de verter el agua tratada al medio receptor. Por otro lado, si no se optimiza el proceso, el agua tratada adquiere cierto color que empeora sus características.

Se diseña una planta piloto que consta de un tanque de almacenamiento (2 m³), un reactor (100 L) y un control de pH que controla la dosificación de ácido. La planta funciona en discontinuo y cuenta con un sistema de automatización para realizar ciclos de oxidación y coagulación-floculación-decantación. Los ensayos realizados con efluente de depuradora muestran que las condiciones óptimas de operación son 150 mg ferrato/L y 20 minutos de floculación, alcanzando porcentajes de eliminación entre 55-85 % de los antibióticos estudiados. Sin embargo, en todos los casos hay que ajustar el pH y se genera un residuo como es el ferrato decantado que no se puede reutilizar.

Palabras clave: Antibióticos, contaminantes emergentes, ferrato potásico, oxidación.

Agradecimientos: Estudio cofinanciado por el proyecto EFA 183/16/OUTBIOTICS, del programa Interreg-POCTEFA 2014-2020, financiado por FEDER.

Desarrollo de adsorbentes regenerables para la eliminación de microcontaminantes

J. Nieto-Sandoval, M. Muñoz, N. López-Arago, Z.M. de Pedro y J.A. Casas

*Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. Ingeniería Química.
julia.nieto-sandoval@uam.es*

La extendida presencia de microcontaminantes en los ecosistemas acuáticos supone una importante amenaza para el medio ambiente y para la salud humana. La introducción de estos compuestos en las estaciones de tratamiento de agua potable a través de las aguas de captación representa un importante desafío ya que los procesos convencionales no garantizan su completa eliminación. El empleo de una etapa de adsorción sobre carbón activo es una alternativa prometedora y técnicamente viable para la eliminación de estos compuestos del agua. No obstante, este sistema presenta un importante inconveniente con implicaciones económicas y ambientales: la generación de cantidades importantes de adsorbente saturado que requieren una gestión posterior. Con el fin de superar este reto, en este trabajo se desarrolló un adsorbente, basado en carbón activo, regenerable mediante oxidación avanzada. Como contaminante modelo se empleó el antiinflamatorio diclofenaco (DCF), fármaco altamente persistente y habitualmente presente en las aguas.

Se utilizó como material de partida carbón activo granular (CAG) comercial (Chemviron) sobre el que se inmovilizaron nanopartículas de magnetita. El CAG se impregnó con hierro por humedad incipiente y se sometió posteriormente a calcinación y reducción. El carbón modificado ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CAG}$) presentó un 5% de Fe en peso y un A_{BET} de $995 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, valor similar al del CAG de partida. Asimismo, el nuevo material no vio disminuida su capacidad de adsorción respecto al carbón comercial ($\sim 400 \text{ mg}_{\text{DCF}} \text{ g}^{-1}$) ni mostró variaciones significativas en la cinética de adsorción del DCF. La regeneración del material saturado se realizó mediante el proceso Fenton heterogéneo, introduciendo el sólido en una disolución de H_2O_2 (3 g L^{-1}) a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y $\text{pH}_0 = 3$. La presencia de magnetita permitió regenerar completamente la capacidad de adsorción del $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CAG}$, manteniendo también intacta la velocidad de adsorción del DCF. En el caso del CAG no modificado, el mismo tratamiento de regeneración solo permitió recuperar el 50% de la capacidad de adsorción inicial. Por tanto, se puede concluir que las nanopartículas de magnetita catalizan la descomposición del H_2O_2 y permiten oxidar eficazmente las moléculas de DCF adsorbidas. Finalmente, la eficacia del proceso se demostró en continuo empleando una columna de adsorción donde se obtuvieron curvas de ruptura similares en tres ciclos de adsorción-regeneración, con una lixiviación de hierro inferior a $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ durante el proceso de adsorción.

Palabras clave: Adsorción; carbón activo; microcontaminantes; regeneración.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido apoyada por el MINECO y la CM a través de los proyectos PID2019-105079RB-I00 y P2018/ EMT-4341, respectivamente. M. Muñoz agradece al MINECO el contrato postdoctoral Ramón y Cajal (RYC-2016-20648), J. Nieto-Sandoval el contrato FPI BES-2017-081346 y N. López-Arago el contrato predoctoral FPI PRE2020-094527.

Evaluación del riesgo laboral por exposición asociado a sulfhídrico y ruido en una estación depuradora de aguas residuales (EDAR)

M. Durán², A. Baeza² y M. Llorens¹

Universidad de Murcia. Dpto. Ingeniería Química. Grupos de Investigación: Tecnología del Agua¹ y Seguridad e Higiene en la Industria²

llorens@um.es

Las EDARs constituyen una de las principales fuentes de emisión de sulfhídrico, y en ellas se desarrollan actividades que generan altos niveles de ruido. Ambos contaminantes provocan graves efectos sobre la salud humana. Con el fin de delimitar las zonas de riesgo para los trabajadores de una EDAR, se ha realizado un estudio tanto de la situación acústica como de los niveles de inmisión de sulfhídrico.

La planta objeto de estudio ha sido la EDAR de Alcantarilla (Murcia), diseñada para una población 62000 he. La línea de agua de la EDAR consta de pretratamiento, tratamiento biológico de fangos activos de doble etapa y tratamiento terciario (coagulación-floculación con decantación lamelar, filtros de arena y desinfección UV). La línea de fangos está compuesta por espesadores por gravedad y flotación, digestor anaerobio y deshidratación mediante centrífugas. El biogás generado se utiliza para la producción de energía eléctrica por cogeneración.

Para la medida de sulfhídrico se utilizaron captadores pasivos (Radiello®, Fondazione Salvatore Maugeri, Padova, Italia) que se ubicaron en las zonas previsiblemente más afectadas por este contaminante. Se seleccionaron 19 puntos de muestreo (18 en el exterior y 1 en el interior del edificio de deshidratación de fangos). El muestreo se realizó durante tres días para los captadores pasivos colocados en pretratamiento y etapa A del tratamiento biológico y durante 9 días para el resto de los captadores. Para la medida del nivel de presión acústica se utilizó un sonómetro integrador (modelo Mediator 2238 Brüel & Kjaer) y se establecieron 83 puntos de medida distribuidos uniformemente por toda la EDAR. Además, durante el periodo de muestreo se recopilaban los datos meteorológicos necesarios (lluvia, velocidad y dirección de viento) para poder obtener la rosa de los vientos.

Con la información obtenida se elaboraron tanto mapas de nivel de ruido como de isoconcentración de sulfhídrico, utilizándose el software Surfer 15.0 para Microsoft Windows. Estos mapas permitieron identificar las principales fuentes de sulfhídrico y focos de ruido así como establecer las zonas de seguridad y los tiempos de exposición de los trabajadores en cada zona de la EDAR.

Palabras clave: EDAR, exposición personal, ruido, sulfhídrico.

Agradecimientos: los autores quieren agradecer la participación y el apoyo del personal de la EDAR de Alcantarilla, ESAMUR, la Universidad de Murcia y la Fundación Séneca.

Estrategias de aireación para el control de THMs en la red de abastecimiento de agua de consumo

J. Ander Maña¹, J.I. Lombraña¹, A. de Luis¹, J.C. Gimeno² y N. Landaburu²

¹Grupo IQEEMA, Dpto. de Ingeniería Química, Universidad del País Vasco UPV/EHU, 48940 Leioa, Bizkaia, España

²Dpto Proyectos y Obras de Abastecimiento, Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia CABB, 48001 Bilbao, Bizkaia, España

jonander.mana@ehu.eus

La desinfección final con cloro es crucial para mantener la seguridad microbiológica del agua potable, inactivando patógenos microbianos causantes de diversas enfermedades. Es conocida la reacción del cloro con distintas fracciones de la materia orgánica disuelta presente en el agua; dando lugar a la generación de los subproductos de la desinfección (*DBPs*, en sus siglas en inglés). Los Trihalometanos (THMs) son uno de los principales constituyentes de estos *DBPs* (40-50 %); siendo clasificados en el grupo 2B por la IARC.

El objetivo principal de este trabajo es la puesta en marcha de un sistema de aireación difusa instalado en un depósito intermedio de la red primaria de abastecimiento del CABB. Centrándose en: maximizar la desorción de THMs, cumplir rigurosamente con la normativa de calidad del agua de consumo y reducir el consumo energético.

Este proceso de desorción está gobernado por un fenómeno de transporte de materia, desde un volumen de agua hacia una corriente inducida de burbujas de aire. La finalidad se centra en maximizar el coeficiente global de transferencia de materia en el sistema aire-agua. Para ello es necesario optimizar:

- ✓ *Hidrodinámica del sistema*, para conseguir una mezcla completa entre la masa de agua y las burbujas de aire, con las siguientes variables: caudal de aire y número de difusores.
 - ✓ *Tiempo de contacto entre las fases*, con las siguientes variables: altura de lámina de agua, caudal de aire, tiempo de aireación y modelo de empleo de las cámaras.
- Los trabajos en el Depósito de Borja se han articulado en 2 vertientes:

1. El estudio de la dinámica de desorción de THMs y la capacidad de extracción en el sistema de aireación instalado (Proceso en discontinuo).
2. La evaluación de estrategias de operación en automático, así como, de los costes energéticos (Proceso en continuo).

Induciendo la hidrodinámica adecuada en el sistema aire-agua, se obtienen tasas importantes de desorción (superiores al 25 %) con valores bajos del ratio volumétrico aire-agua (próximos a 2). Reduciéndose la concentración de THMs a la salida del depósito hasta valores de 50-60 µg/L.

Palabras clave: Aire, difusores, desorción, hidrodinámica, Trihalometanos (THMs).

Agradecimientos: Al Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (CABB), por la cesión de su instalación y nuestro trabajo conjunto. Además de la financiación a través del proyecto CETHAP.

Nuevas estrategias para fomentar la recuperación y reutilización de agua en la industria cárnica

L. Paredes¹, L. Mejias¹, O. Osegueda¹, L. Llenas¹ y S. Ponsá¹

¹Centro Tecnológico BETA. Universidad de Vic-Universidad Central de Cataluña
lidia.paredes@uvic.cat

La industria cárnica es uno de los pilares del sector alimentario de la UE con una producción en 2019 de alrededor de 22,8 Mt de carne de cerdo y 6,9 Mt de carne de vacuno. La industria cárnica española, con más de 3700 empresas establecidas en 2019, ocupa la primera posición del sector alimentario nacional (22,6%). España se ha consolidado como el segundo estado miembro en la producción de carne de cerdo en la UE y la cuarta potencia a nivel mundial. Sin embargo, la industria cárnica también destaca por su elevada huella hídrica ya que el consumo de agua es clave para el desarrollo de actividades directamente relacionadas con el proceso productivo (despiece, escaldado, refrigeración, etc.); así como otras de higienización vinculadas a la limpieza de instalaciones, camiones y corrales. En este sentido, el consumo de agua en la industria porcina se estima entre 1,5-10 m³/t de canal mientras en la industria bovina asciende a 2,5-40 m³/t de canal, lo cual contribuye a la generación de grandes volúmenes de aguas residuales caracterizadas por un alto contenido en materia orgánica (1-15 g DQO/L), sólidos en suspensión (0,3-3 g SST/L) y nutrientes (40-840 mg N/L y 5-200 mg PT/L) (Philipp, M., et al. 2021. <https://doi.org/10.3390/w13223175>).

Con el objetivo de reducir el consumo de agua dulce, mejorar la sostenibilidad del proceso productivo y fomentar la transición de la industria cárnica hacia la economía circular, en el marco del proyecto AccelWater (financiado por el programa europeo H2020) se ha propuesto la aplicación de un tren de tratamiento innovador para tratar las aguas residuales generadas en un matadero porcino ubicado en Cataluña con el fin de recuperar agua de alta calidad con potencial para ser reutilizada en la propia instalación industrial y producir un producto concentrado en nutrientes con alto valor agronómico. La planta piloto implementada en las instalaciones del matadero consta de las siguientes unidades de tratamiento: biorreactor de membrana (MBR), electrodiálisis, tratamiento UV y crioconcentración.

Los resultados obtenidos en el marco del proyecto AccelWater permitirán demostrar el potencial de la solución tecnológica propuesta para recuperar agua de alta calidad con potencial para ser reutilizada en la propia instalación industrial en actividades tales como limpieza de camiones y corrales sin ningún tipo de riesgo químico o microbiológico, lo cual podría suponer una reducción en el consumo de agua dulce para la industria cárnica porcina de hasta un 20%.

Palabras clave: Electrodiálisis; industria cárnica; MBR; reutilización; tratamiento UV.

Agradecimientos: Esta investigación está siendo realizada en el marco del proyecto AccelWater financiado por el programa de investigación e innovación H2020 de la Unión Europea (Grant Agreement No. 958266)

Líneas de Investigación en Tratamiento de Aguas en el Grupo TEQUIMA-UCLM

J. Villaseñor, D. Sánchez, F.J. López-Bellido, J. Alonso, M. Muñoz, E. Lacasa, C.M. Fernández, J. Llanos, C. Sáez, F.J. Fernández, J. Lobato, L. Rodríguez, M.A. Rodrigo y P. Cañizares

*Dpto. de Ingeniería Química. Universidad de Castilla la Mancha. Avda. Camilo José Cela, 12. 13071, Ciudad Real.
jose.villasenor@uclm.es*

El Grupo de Investigación TEQUIMA, formado por personal del Departamento de Ingeniería Química de la UCLM, incluye un grupo de investigadores que desarrollan actividad en temáticas sobre tratamiento de aguas y pertenecen a META desde el año 2000. Desarrollan su actividad investigadora básicamente en la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, y el Instituto de Tecnología Química y Medioambiental, ambos en Ciudad Real, y en menor medida en otros centros de la propia UCLM, manteniendo colaboraciones con investigadores de otros grupos y Departamentos. Se desarrollan líneas de investigación tales como el tratamiento y la regeneración de aguas, la valorización de residuos, el desarrollo de sistemas de almacenamiento energético, la producción de oxidantes o la recuperación de suelos contaminados, mediante proyectos oficiales y contratos con empresas.

En la actualidad, y en relación con la temática META, se participa en los proyectos URINETECH y ETECHU centrados en la gestión y tratamiento de los efluentes hospitalarios empleando tecnología electroquímica. Las aguas residuales procedentes de hospitales contienen un amplio abanico de fármacos que son difíciles de eliminar por los tratamientos convencionales que se llevan a cabo en una estación depuradora de aguas residuales. La acumulación en el medio ambiente y en la cadena alimentaria de estas sustancias puede provocar graves impactos ambientales y efectos sobre la salud humana. Este proyecto se desarrolla en colaboración con el Complejo Hospitalario Universitario de Albacete, y con AQUONA y Aguas de Albacete como empresas interesadas en la transferencia tecnológica. Además, se mantiene líneas iniciadas en años anteriores como son la regeneración electroquímica de aguas depuradas para eliminación de turbidez y fosfatos mediante procesos de electrocoagulación, y eliminación electrolítica de contaminantes prioritarios y emergentes.

Paralelamente se trabaja en los proyectos Bio-electroMineR2 y E-BIORE2MIN, cuyo objetivo es realizar el tratamiento de residuos de minería, tanto de naturaleza sólida como líquida, con recuperación de metales. En estos proyectos se trabaja en tratamiento de drenaje ácido de minería mediante tecnologías como son los sistemas Bioelectroquímicos para la recuperación catódica de metales, la electrodiálisis y finalmente, el uso de humedales artificiales combinado con la valorización de biresiduos para neutralizar las corrientes ácidas y eliminar metales en el vertido final.

Palabras clave: Celdas de combustible microbiológicas; electrocoagulación; electrooxidación; electrodesinfección; humedales artificiales.

Eliminación de contaminantes de origen farmacéutico mediante un proceso combinado CWPO-biológico

Y. Huacalco-Aguilar^{1,2}, S. Álvarez-Torrellas¹, M. Larriba¹, V.I. Águeda¹, J.A. Delgado¹ y J. García¹

¹Universidad Complutense de Madrid. Dpto. Ingeniería Química y de Materiales. Grupo de Investigación de Catálisis y Procesos de Separación. Avda. Complutense, s/n, 28040 Madrid, España. ²Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de San Agustín, Av. Independencia s/n, 04001 Arequipa, Perú.

satorrellas@ucm.es

Las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales presentan generalmente bajas eficiencias en la eliminación de compuestos de origen farmacéutico, por lo que, en la actualidad, se promueve la búsqueda de tecnologías de eliminación más eficientes. En este sentido, una de las propuestas es desarrollar procesos combinados biológicos y de oxidación avanzada, como el que proponemos en este trabajo, que permite degradar prácticamente la totalidad de los contaminantes no biodegradables presentes en el efluente a tratar.

En este trabajo, se llevó a cabo la degradación biológica de un efluente procedente de una industria farmacéutica mediante un sistema de lodos activados, modificando la concentración inicial de biomasa y la concentración de carbono orgánico total (COT). Después, el efluente pre-tratado biológicamente fue introducido en un reactor de lecho fijo donde se llevó a cabo un proceso de oxidación catalítica promovida por peróxido de hidrógeno (CWPO). Las variables estudiadas en este proceso fueron el caudal volumétrico, y las dosis de H₂O₂ y de catalizador (Fe₃O₄ soportada sobre nanotubos de carbono).

El proceso combinado biológico-CWPO resultó altamente eficiente en el tratamiento de aguas residuales de origen farmacéutico, en términos de eliminación de COT, compuestos fenólicos, fósforo y nitrógeno total. Así, las condiciones óptimas de degradación en el proceso biológico fueron de 300 mg SSV/L y 2888 mg/L de COT, y en el proceso de oxidación avanzada de 0,2 g de catalizador, un caudal de 0,18 mL/min y una concentración de H₂O₂ de 20 mM. En el efluente final del proceso combinado se obtuvo una eliminación superior al 99% en COT, del 64% de compuestos fenólicos, 50% del fósforo total y 76% del nitrógeno total.

Palabras clave: Catálisis, contaminantes emergentes, magnetita, procesos combinados.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido apoyado por el MICINN a través del proyecto CATAD3.0 PID2020-116478RB-I00. Además, los autores agradecen la financiación por parte de la Comunidad de Madrid (España), a través de los proyectos de doctorado industrial (IND2017/AMB-7720 e IND2019/AMB-17114), así como a la Red REMTAVARES (S2018/EMT-4341) y al Fondo Social Europeo. Ysabel Huacalco-Aguilar agradece la concesión de su beca pre-doctoral al Programa Nacional de Becas (PRONABEC) del Ministerio de Educación de Perú.

Lignosulfonatos de magnesio para la preparación de catalizadores carbonosos bimetalicos para la reducción de nitratos

F.J. García-Mateos, J.M. Rosas, J. Rodríguez-Mirasol y T. Cordero

Universidad de Málaga, Andalucía Tech, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Campus de Teatinos s/n, 29071 Málaga, España)
mirasol@uma.es

La contaminación de las aguas por nitratos es un problema muy extendido hoy en día. Principalmente, las fuentes de contaminación se deben a vertidos no controlados procedentes de la actividad industrial y la agrícola. La tecnología más utilizada para la reducción de nitratos es la reducción catalítica, utilizando catalizadores compuestos por un metal noble y otro de transición soportados, sobre un soporte, generalmente, de origen inorgánico. En este trabajo se plantea la preparación de materiales carbonosos a partir de activación química con H_3PO_4 de un coproducto de origen biomásico, lignosulfonato de magnesio, que puedan ser utilizados como soportes carbonosos para la preparación de catalizadores efectivos en la reducción de nitratos.

Los soportes carbonosos se han preparado por activación química de lignosulfonato de magnesio con H_3PO_4 , variando la relación de impregnación (masa H_3PO_4 / masa lignosulfonato de magnesio) entre 1 y 4, y a una temperatura de activación de 500 °C. Una vez obtenidos los soportes carbonosos, se ha depositado, por el método de la humedad incipiente, una carga de Pd y Cu del 5 y 3%, respectivamente. Se han obtenido catalizadores con distinta textura porosa, produciéndose un desarrollo de la micro y, especialmente, mesoporosidad al aumentar la relación H_3PO_4 /lignosulfonato, lo que ha generado catalizadores con superficies específicas de 1050 m²/g y volumen de mesoporo de 2.1 cm³/g.

Estos catalizadores se han probado en la reducción catalítica de nitratos en un reactor discontinuo, tipo batch, utilizando una concentración inicial de nitratos de 100 mg/L a 25 °C, con una dosis de catalizador de 2 g/L y utilizando H₂ como agente reductor en la reacción. Se han obtenido velocidades de reducción elevadas y conversiones de nitratos del 100 % para aquellos catalizadores que presentan mayor desarrollo de la mesoporosidad. Además, se observa una disminución del rendimiento a NH₄⁺ y un aumento del rendimiento a N₂ sobre los catalizadores con mayor desarrollo poroso.

Palabras clave: H₃PO₄, lignosulfonatos de magnesio, reducción, nitratos.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación a la Junta de Andalucía (UMA18-FEDERJA-110 y P18-RT-4592) y al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (RTI2018-097555B-I00).

Recuperación del nitrógeno de un efluente de fermentación acidogénica mediante una membrana permeable al gas

A. Serra-Toro¹, S. Astals¹, F. Mas² y J. Dosta¹

¹ Universidad de Barcelona. Dpto. Ingeniería Química. Grupo de Investigación: Biotecnología Ambiental. ² Universidad de Barcelona. Dpto. Química Física. Grupo de Investigación: Biofísicoquímica de Macromoléculas y Coloides.
andreuserratoro@gmail.com

Los módulos de membrana hidrofóbica permeables al gas son una tecnología prometedora para la recuperación de nitrógeno amoniacal de las aguas residuales, a la vez que se obtiene un efluente valioso como fertilizante. Los ácidos grasos volátiles (AGVs) se han identificado como productos de alto valor añadido que pueden ser obtenidos de una gran variedad de efluentes residuales como fermentados de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU). El objetivo de este estudio es evaluar la operación de una membrana permeable al gas a seis pHs (de 6 a 11) y dos temperaturas (35 y 55°C) para recuperar NH₃ de un fermentado de FORSU para obtener una solución rica en AGVs.

El dispositivo experimental consistió en un módulo de membrana de fibra hueca de polipropileno nanoperforada que puso en contacto la solución alimento (primero sintética y después un fermentado de FORSU) y la solución extractora ácida. Ambos volúmenes fueron de 2 L y el control de pH y temperatura se consiguió mediante la adición de NaOH y H₂SO₄ y un baño calefactor, respectivamente. La fermentación de la FORSU en un reactor de 30 L permitió alcanzar los 28 g AGV/L y 4,9 g TAN/L.

Los ensayos con solución sintética permitieron observar una mayor recuperación de nitrógeno cuando subió el valor del pH y la temperatura, consiguiendo recuperaciones próximas al 100% en menos de 5 horas a pH 10 y 11. La recuperación de TAN operando con el fermentado fue evaluada a pH 9 y 10 y dos temperaturas. Aunque se consiguió una recuperación completa del nitrógeno, sus flujos fueron ligeramente inferiores debido a la interacción de las distintas especies con la membrana y la matriz más compleja del fermentado. Los flujos incrementaron a pH 10, sin embargo, el menor consumo de reactivo para el control de pH se obtuvo a pH 9. En ningún ensayo se detectaron AGVs en la solución extractora.

Este estudio demuestra que el nitrógeno amoniacal se puede recuperar completamente de la fracción líquida de la fermentación acidogénica FORSU a temperaturas de 35 y 55°C y a valores de pH superiores a 9, produciendo una solución (NH₄)₂SO₄ con valor fertilizante y un líquido rico en VFA sin nitrógeno amoniacal.

Palabras clave: Fermentación; membrana permeable al gas; producción de AGVs; recuperación de nitrógeno.

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia e Innovación PID2019-111284RB-I00.

Extracción de sulfametoxazol en disolución acuosa mediante el uso de disolventes eutécticos hidrofóbicos

P. Gutiérrez-Sánchez¹, D. Rodríguez-Llorente¹, M. Larriba¹, S. Álvarez-Torrellas¹ y J. García¹

¹ Grupo de Catálisis y Procesos de Separación (CyPS), Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España.
pgutie03@ucm.es

El crecimiento de la industria farmacéutica y su uso para diversos fines ha provocado un aumento de la presencia de estos compuestos en las aguas residuales. Los efectos potencialmente adversos de estos nuevos contaminantes sobre la salud humana, incluso en concentraciones muy bajas, hacen que su investigación en el tratamiento del agua sea una cuestión clave. En este sentido, el sulfametoxazol, por ejemplo, es uno de los antibióticos incluidos en las Listas de Observación Europeas, de acuerdo a lo establecido en la Directiva 2000/60/CE, conocida como Directiva Marco del Agua.

El objetivo de este trabajo es la eliminación de sulfametoxazol en disolución acuosa mediante extracción líquido-líquido, proponiéndose disolventes más respetuosos con el medio ambiente y menos tóxicos que los disolventes orgánicos convencionales, como son los disolventes eutécticos formados con terpenoides. Para ello, se seleccionaron los disolventes más adecuados mediante simulación molecular con el método COSMO-RS.

Los resultados experimentales obtenidos para el disolvente eutéctico seleccionado, formado por timol y ácido octanoico, mostraron un mayor rendimiento de extracción y unas pérdidas del disolvente orgánico inferiores en comparación con los disolventes convencionales (acetato de etilo y metil isobutil cetona). Para una relación Disolvente/Alimento de 2,00, la mezcla timol + ácido octanoico alcanzó rendimientos de extracción de sulfametoxazol cercanos al 96%.

Palabras clave: Disolventes eutécticos, extracción líquido-líquido, listas de observación europeas, sulfametoxazol.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Comunidad de Madrid la financiación recibida a través de los Proyectos P2018/EMT-4341, IND2017/AMB-7720 y PR65/19-22441, y al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por el Proyecto CTM2017-84033-R. Este trabajo ha sido apoyado por la Comunidad de Madrid en el Marco del Convenio Plurianual con la Universidad Complutense, en la línea Programa de Estímulo a la Investigación para Jóvenes Doctores en el contexto del V PRICIT (Programa Regional de Investigación e Innovación Tecnológica).

Extracción multicomponente de antibióticos de aguas hospitalarias mediante el uso de disolventes de origen natural

P. Gutiérrez-Sánchez¹, D. Rodríguez-Llorente¹, M. Larriba¹, S. Álvarez-Torrellas¹ y J. García¹

¹ Grupo de Catálisis y Procesos de Separación (CyPS), Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España.

pgutie03@ucm.es

En los últimos años, la demanda de agua de calidad ha aumentado constantemente, cobrando cada vez más relevancia su tratamiento y reutilización. El consumo creciente de productos farmacéuticos y la ineficacia de los métodos convencionales de tratamiento de aguas residuales han favorecido la presencia de estos compuestos en el medio acuático y en el agua potable. Asimismo, el potencial impacto ambiental y los posibles efectos adversos para la salud han atraído la atención de un gran número de agencias y organismos de todo el mundo.

En este trabajo, se ha estudiado el rendimiento de disolventes de extracción alternativos, como son los terpenoides, para la eliminación de tres antibióticos de una matriz de agua hospitalaria: trimetoprima, sulfametoxazol y ciprofloxacina. Con la realización de un screening inicial, empleando la simulación molecular con el método COSMO-RS, se seleccionaron los disolventes analizados experimentalmente: dos terpenoides (timol y carvacrol) y dos disolventes convencionales (acetato de etilo y metil isobutil cetona).

En comparación con los disolventes convencionales, los terpenoides permitieron conseguir mayores rendimientos de extracción globales y menores pérdidas del disolvente en la fase acuosa. Concretamente, el carvacrol mostró rendimientos de extracción globales superiores al 98 % con una relación Disolvente/Alimento de 1,00. Además, este disolvente presenta un punto de fusión lo suficientemente bajo como para permitir la extracción a temperatura ambiente, sin calentamiento. Por tanto, el carvacrol parece reunir las condiciones más favorables para ser elegido como agente de extracción de antibióticos.

Palabras clave: Antibióticos, carvacrol, extracción líquido-líquido, timol, tratamiento de aguas.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Comunidad de Madrid la financiación recibida a través de los Proyectos P2018/EMT-4341, IND2017/AMB-7720 y PR65/19-22441, y al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por el Proyecto CTM2017-84033-R. Este trabajo ha sido apoyado por la Comunidad de Madrid en el Marco del Convenio Plurianual con la Universidad Complutense, en la línea Programa de Estímulo a la Investigación para Jóvenes Doctores en el contexto del V PRICIT (Programa Regional de Investigación e Innovación Tecnológica).

Operación de un fotobiorreactor de membrana como tratamiento avanzado de un proceso de lodos activados

E. Segredo-Morales, E. González y L. Vera

*Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica, Facultad de Ciencias, Sección Química, Universidad de La Laguna, Av. Astrof. Fco. Sanchez s/n. 38200 La Laguna, España Tel. +34 922318054
luvera@ull.edu.es*

La integración de microorganismos fototróficos en el proceso de tratamiento de las aguas residuales representa una estrategia prometedora en el desarrollo de tecnologías sostenibles que consideren aspectos económicos, ambientales y sociales (Li et al. (2019), *Bioresour. Technol.*, 291, 121934). Estos microorganismos, principalmente cianobacterias y microalgas verdes, permiten la eliminación de nutrientes, micro-contaminantes y metales pesados presentes en las aguas residuales, a la vez que fijan el CO₂ atmosférico, generándose una biomasa con potencial de aprovechamiento energético (Vo Hoang Nhat et al. (2018), *Bioresour. Technol.*, 256, 491–501). Son numerosos los estudios que han demostrado su eficacia como etapa de tratamiento avanzado—tratamiento terciario—para aguas residuales municipales o industriales (Whitton et al. (2015), *Environ. Technol. Rev.*, 4,133–148).

Debido a su elevado potencial, en los últimos años se ha realizado un considerable esfuerzo para el desarrollo de fotobiorreactores de membrana (MPBRs). No obstante, como en el caso de los biorreactores de membrana convencionales, la operación de los MBPRs está condicionada por el ensuciamiento de la membrana, producido por la acumulación de microorganismos y sustancias orgánicas e inorgánicas sobre su superficie o en el interior de sus poros (Luo et al. (2017), *Algal Res.* 24 (2017) 425–437).

Los resultados mostraron un rendimiento de depuración estable durante ensayos relativamente largos (1000 h). Los valores promedio de eliminación de materia orgánica, nitrógeno y fósforo alcanzados fueron 33,2%, 14,3% y 5,7%, respectivamente. Si se comparan esos resultados con los obtenidos en un biorreactor de membrana convencional en las mismas condiciones, se observa una notable mejora como resultado de la incorporación de microalgas a la biomasa. Al mismo tiempo, se obtuvo un incremento en la velocidad de crecimiento la biomasa y en el grado de biofloculación. Como consecuencia, el ensuciamiento alcanzado, tanto reversible como residual, fue significativamente inferior.

Palabras clave: Ensuciamiento, fotobiorreactores de membrana, reutilización.

Agradecimientos: La presente investigación ha sido realizada en el marco del proyecto RTI2018-093736-B-100 financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación /Agencia Estatal de Investigación/FEDER, UE.

Reutilización de disolventes y recuperación de bisfenol A de disoluciones acuosas utilizando terpenoides y disolventes eutécticos hidrofóbicos

D. Rodríguez-Llorente, P. Gutiérrez-Sánchez, V. Ismael Águeda, S. Álvarez-Torrella, J. García y M. Larriba

*Universidad Complutense de Madrid. Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales. Grupo de Investigación: Catálisis y Procesos de Separación.
diegor@ucm.es*

El bisfenol A (BPA) es ampliamente utilizado en la síntesis de plásticos, papel térmico y resinas epoxi. Se trata de un disruptor endocrino capaz de imitar a la hormona del estrógeno, afectando a la regulación endocrina y al sistema reproductivo (Michałowicz, J., (2014). *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 37 (2), 738–58). El BPA se ha encontrado en las aguas superficiales, debido a la lixiviación del BPA de los plásticos y al vertido de aguas residuales. Además, los seres humanos también pueden estar expuestos al BPA por el consumo de alimentos, ya que el BPA puede acumularse en la cadena alimentaria (López-Pacheco, I. Y., et al. (2019). *Sci. Total Environ.*, 690, 1068–88). Al igual que otros microcontaminantes, tiene una difícil eliminación en las plantas de tratamiento, siendo vertido en las aguas receptoras (Bolong, N., et al. (2009). *Desalination*, 239 (1–3), 229–46). En este trabajo, se presenta el uso de disolventes naturales como los terpenoides, y un disolvente eutéctico para la extracción de BPA. Estos disolventes tienen un menor impacto ambiental, mayor seguridad y renovabilidad frente a los disolventes derivados del petróleo (Ribeiro, B. D., et al. (2015). *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 3 (10), 2469–77). Eucaliptol, geraniol y el disolvente eutéctico (mentol + alcanfor) se han usado en estudios de escalado, reutilización de disolvente y regeneración. Se ha podido probar la reutilización de los tres disolventes a proporciones de disolvente en volumen de 0,05 y 0,10 en 6 etapas consecutivas, siendo capaz de concentrar eficazmente el BPA en la fase orgánica (recuperación de BPA >99,6 %). La reextracción con NaOH se ha evaluado con éxito para los tres disolventes alternativos y su estabilidad química se ha confirmado mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Tras la regeneración, los disolventes se emplearon de nuevo en la extracción de BPA obteniendo rendimientos similares que con disolvente fresco. Finalmente, el BPA se ha recuperado de la solución acuosa del proceso de reextracción por precipitación. Los análisis FTIR han demostrado que no se produce ninguna degradación del BPA en los procesos de extracción, reextracción y precipitación, manteniéndose la estructura del BPA tras el tratamiento del agua. Por lo tanto, el eucaliptol, el geraniol y el (mentol + alcanfor) se presentan como disolventes alternativos en la extracción de BPA de soluciones acuosas permitiendo la creación de una tecnología sostenible para extraer y recuperar el BPA de corrientes acuosas.

Palabras clave: Bisfenol A, disolventes eutécticos, extracción líquido-líquido, terpenoides.

Agradecimientos: A la Comunidad Autónoma de Madrid por su financiación del Proyecto P2018/EMT-4341 y al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por el Proyecto CTM2017-84033-R. Diego Rodríguez agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por la concesión de los contratos predoctoral FPU (FPU18/01536).

Extracción de fenoles de corrientes acuosas utilizando terpenoides y disolventes eutécticos

D. Rodríguez-Llorente, P. Gutiérrez-Sánchez, V. Ismael Águeda, S. Álvarez-Torrella, J. García y M. Larriba

*Universidad Complutense de Madrid. Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales. Grupo de Investigación: Catálisis y Procesos de Separación.
diegor@ucm.es*

Los fenoles aparecen en las aguas residuales de numerosas industrias como en refinerías e industrias de carbón, farmacéuticas, de plásticos o de pasta y papel. Debido a la elevada toxicidad de los compuestos fenólicos, algunos organismos han establecido límites de vertido, como la EPA y la EU de 1 mg/L (Villegas, L.G.C, et al. Pollut. Reports, 2, 157-167). Entre las operaciones de separación de estos contaminantes, la extracción líquido-líquido es una de las más usadas debido a su facilidad de uso y bajo coste. Normalmente se utilizan disolventes orgánicos derivados del petróleo, que suelen ser inflamables, volátiles y tóxicos (Sas, O.G., et al. (2020). Sep. Purif. Technol., 236, 116310). En la búsqueda de disolventes más sostenibles, los terpenos y los terpenoides se presentan como una buena alternativa, al tener un bajo impacto ambiental, baja toxicidad, tener carácter renovable y unos precios competitivos (Martins, M.A.R., et al. (2019). ACS Sustain. Chem. Eng., 7, 17414-17423). Por otro lado, los disolventes eutécticos surgen como buenos candidatos debido a la capacidad de poder seleccionar sus componentes y ajustar sus propiedades. El objetivo de este trabajo es la aplicación de terpenoides y disolventes eutécticos formulados con ellos en la extracción de fenoles.

Los contaminantes seleccionados son el fenol, 2-clorofenol y el 2-nitrofenol. Primero, se realizó una selección de los disolventes más prometedores para la extracción de los fenoles utilizando una simulación molecular por el método COSMO-RS. Los disolventes seleccionados fueron cuatro terpenoides: geraniol, eugenol, linalool y citral; y tres disolventes eutécticos formados por el ácido octanoico + timol o mentol y el formado por timol + mentol. Se realizaron ensayos de extracción en vial con disoluciones acuosas de los tres fenoles a una concentración inicial de 500 mg/L de cada uno, y los disolventes seleccionados, junto con tres disolventes comerciales, estudiando cuatro relaciones de relaciones alimento/disolvente diferentes. Entre los disolventes seleccionados, el citral presenta los mejores resultados, obteniendo unos rendimientos de extracción del 94,3, >99,5 y >99,5 % para el fenol, 2-clorofenol y 2-nitrofenol, respectivamente, a una relación alimento/disolvente de 0,25.

Palabras clave: Disolventes eutécticos, disolventes naturales, extracción líquido-líquido, fenoles, terpenoides.

Agradecimientos: A la Comunidad Autónoma de Madrid por su financiación del Proyecto P2018/EMT-4341 y al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por el Proyecto CTM2017-84033-R. Diego Rodríguez agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por la concesión de los contratos predoctoral FPU (FPU18/01536).

Adsorción simultánea de bisfenol-A y fenol en carbones activados obtenidos a partir de lignina

M.C. Gutiérrez¹, I. Moulefera², F.J García-Mateos², J. Rodríguez-Mirasol² y T. Cordero²

¹ Universidad de Córdoba, Dpto. Química Inorgánica e Ingeniería Química, Área de Ingeniería Química, Campus Universitario de Rabanales. Carretera N-IV, km 396, Edificio Marie Curie, 14071 Córdoba, España ² Universidad de Málaga, Departamento de Ingeniería Química, Andalucía Tech., Facultad de Ciencias, Campus de Teatinos s/n, 29010 Málaga, España
mc.gutierrez@uco.es

La presencia de contaminantes orgánicos en el agua está adquiriendo cada vez mayor relevancia debido a sus efectos sobre la salud humana. Ante esta problemática, la adsorción con carbones activados destaca entre las tecnologías más ampliamente estudiadas para la eliminación de estos contaminantes. Además, la evaluación de efectos sinérgicos entre contaminantes y el material adsorbente en procesos de adsorción simultánea adquiere una mayor relevancia cuando se trata de adecuar la viabilidad del proceso a escala industrial.

En este estudio, se han preparado seis carbones activados mediante activación química con H₃PO₄ de lignina Alcell, con el objetivo de evaluar su capacidad adsorbente de Bisfenol-A (BPA) y/o fenol contenidos en disoluciones acuosas. Los carbones activados han sido caracterizados en cuanto a su textura porosa mediante adsorción/desorción de N₂ a -196°C y adsorción de CO₂ a 0°C. La cinética y el equilibrio de los procesos de adsorción han sido evaluados a 20°C. Se ha estudiado la influencia de la relación de impregnación (RI), comprendida entre 0,3 y 5,0 (masa de H₃PO₄/lignina), y de la temperatura de activación (400, 700 y 900°C) sobre la textura porosa y la química superficial de los carbones activados, así como, sobre su carácter adsorbente. Entre los resultados más relevantes, cabe destacar la obtención de carbones activados con un área superficial específica (A_{BET}) comprendida entre 600 y 2250 m²/g. Dichos carbones presentaron, principalmente, una textura microporosa para bajos valores de IR (0,3 y 1,0), mostrando un aumento del volumen de microporo y un desarrollo de la mesoporosidad al aumentar el valor de IR. Las isothermas de adsorción y las curvas de ruptura de BPA o fenol, de manera individual, se han ajustado adecuadamente al modelo de Langmuir (r² > 0,973) y al modelo de Thomas (r² > 0.9982), respectivamente. En el caso de adsorción simultánea, la adsorción de BPA se ha visto notablemente favorecida en carbones activados con porosidad más ancha, frente a la adsorción de fenol.

En conclusión, este estudio demuestra la posibilidad de obtener carbones activados a partir de lignina con elevado desarrollo de la porosidad y elevadas capacidades de adsorción/desorción de disoluciones acuosas de BPA y/o fenol.

Palabras Clave: Adsorción simultánea, fenol, bisfenol-A, carbón activo, lignina.

Agradecimientos: Se agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por su financiación (RTI2018-097555-B-I00; PID2020-117438RB-I00). M.C.G.M. está muy agradecida al MINECO por la beca concedida (FJCI-2015-25788).

Aspectos cinéticos del ensuciamiento de membranas de microfiltración por microplásticos

C. Álvarez-Fernández¹, R. Pizzichetti^{1,2}, C. Pablos¹, K. Reynolds², S. Stanley² y J. Marugán^{1*}

¹ Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid. Dpto. de Tecnología Química y Ambiental. ² ProPhotonix IRL LTD, 3020 Euro Business Park, Little Island, Cork, T45 X211, Ireland
javier.marugan@urjc.es

Los microplásticos (MP) se consideran contaminantes emergentes debido a su ubicua detección en el medio ambiente y en sistemas de agua potable. Actualmente, existe una creciente preocupación por la ingestión de MP y aunque, su impacto en la salud humana aún está bajo estudio, las investigaciones relacionadas con su eliminación están creciendo exponencialmente. Entre las tecnologías exploradas, el tratamiento con membranas está ganando una especial atención gracias a su rentabilidad y sencillez. Sin embargo, el ensuciamiento de las mismas representa un problema significativo, por lo que la evaluación de su mecanismo y cinética podría ayudar a desarrollar procedimientos de filtración y limpieza adecuados, así como a incrementar la eficiencia en la eliminación. A pesar de los extensos estudios sobre los sistemas de membranas, las escasas publicaciones que evalúan el ensuciamiento por MP, se centran en la configuración de flujo cruzado. En el presente trabajo, se analiza el ensuciamiento de membranas comerciales de acetato de celulosa inducido por micropartículas de poliamida (PA) y poliestireno (PS). Para ello, se diseñó un sistema de filtración sin salida y a escala de laboratorio, donde se llevaron a cabo filtraciones a presión constante para diferentes condiciones de operación (presión transmembrana, concentración de alimentación y tipo de MP). Aplicando las ecuaciones del modelo de Hermia a los datos experimentales, se concluye que los principales mecanismos de ensuciamiento son el bloqueo completo de poros seguido de la formación de una torta de filtración. Además, el estudio de las constantes cinéticas de los mecanismos correspondientes reveló que el aumento de la concentración de alimentación conduce a un incremento de la constante cinética y del parámetro de superficie bloqueada. Por otro lado, el aumento de la presión transmembrana de trabajo permitió identificar un valor de presión umbral como la mejor condición de trabajo (0,3 y 0,5 bar, respectivamente para las partículas de PS y PA).

Palabras clave: membrana de acetato de celulosa, microfiltración, poliamida, poliestireno, tratamiento de aguas.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo financiero del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en el marco del proyecto REWATERGY, Sustainable Reactor Engineering for Applications on the Water-Energy Nexus, Proyecto MSCA-ITN-EID N. 812574.

Eliminación de Ag(I) por *Rhodotorula mucilaginosa* 1S1: cinética, equilibrio y termodinámica del proceso

A.J. Muñoz¹, F. Espínola^{1,2}, M. Moya¹, E. Ruiz^{1,2} y E. Castro^{1,2}

¹ Universidad de Jaén. Dpto. De Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales. Grupo de Investigación: TEP-233.

² Universidad de Jaén, Centro de Estudios Avanzados en Energía y Medio Ambiente.

amcobo@ujaen.es

La contaminación por metales pesados de las aguas naturales es uno de los problemas ambientales más relevantes (Zhou, Q., et al. (2020). *Glob Ecol Conserv*, 22, e00925). El caso de la plata supone además un reto adicional porque a su elevado efecto letal y a su presencia en los efluentes (Tappin, A.D., et al. (2010). *Water Res*, 44, 4204-4216), se suman sus especiales características químicas aprovechables en nanotecnología y biomedicina, lo que hace que su recuperación presente un interés adicional (Bonilla-Gameros, L., et al. (2020). *Nanomed-Nanotechnol*, 24, 102142). Aunque existen tratamientos físico-químicos eficaces para eliminar o recuperar metales pesados de los efluentes, en las últimas décadas ha tomado relevancia una tecnología biológica que toma como base el uso de microorganismos vivos, inertes o residuos de aquellos. La biosorción de metales pesados está especialmente indicada en el caso de metales que se encuentran a bajas concentraciones (<100 mg/L) y que además son bioacumulables como es el caso de la plata. Con el uso de biomasa fúngica de *Rhodotorula mucilaginosa* 1S1 se pretende contribuir a paliar este creciente problema. Se evaluó su capacidad de biosorción estableciendo las condiciones óptimas de operación y describiendo la cinética, isoterma y termodinámica del proceso. La biomasa se caracterizó por espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier (FT-IR) para identificar la presencia de grupos funcionales disponibles para la bioadsorción de iones Ag(I). Posteriormente se identificaron los mecanismos implicados en el proceso mediante diferentes técnicas como son la difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (FE-SEM) y microscopía electrónica de transmisión de ultra alta resolución acoplada a dispersión de rayos X (HR-TEM-EDX). Los resultados mostraron que existía gran presencia de grupos funcionales disponibles para la biosorción de Ag(I) y que el metal era además incorporado al citoplasma celular por diferentes mecanismos que llevaron incluso a la formación de nanopartículas de Ag/AgCl (Ag/AgCl-NPs), obteniéndose una capacidad máxima de biosorción (q_m) en el equilibrio según el modelo de Langmuir de 65.66 mg/g.

Palabras clave: Biosorción, *Rhodotorula mucilaginosa* 1S1, nanopartículas, plata.

Agradecimientos: FEDER UJA ref.1261002 financiado por el "Programa FEDER 2014-2020 Junta de Andalucía". Personal técnico del CICT de la Universidad de Jaén.

Líneas de investigación del Grupo de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cantabria (GIA-UC)

A. Lobo, C. Rico, A.L. Esteban-García, R. Díez-Montero, A. López e I. Tejero

Universidad de Cantabria. Dpto. Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente. Grupo de Ingeniería Ambiental.
amaya.loba@unican.es

El Grupo de Ingeniería Ambiental (GIA), perteneciente al Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de Cantabria (UC), comenzó su actividad en 1987. Tiene como objetivo la investigación aplicada y la innovación en el campo del agua, los residuos y la energía. Desarrolla su actividad en proyectos con financiación pública regional, estatal y europea, así como a través de contratos con empresas y otras instituciones. Actualmente, las líneas de investigación del grupo son:

(1) Tratamientos biológicos avanzados de aguas residuales. Incluyendo reactores de biopelícula, híbridos y de biopelícula soportada y oxigenada por membranas, con el objetivo de optimizar la eliminación de nutrientes y la eficiencia energética en el tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales. Además, incluyendo herramientas de gestión de los procesos de tratamiento y depuración.

(2) Procesos naturales para tratamiento de aguas residuales. Incluyendo depuración adaptada a pequeños vertidos, procesos basados en microalgas y soluciones basadas en la naturaleza, con el objetivo de promover soluciones sostenibles de tratamiento y recuperación de recursos de aguas residuales.

(3) Modelización y simulación de biorreactores. Desarrollo de modelos matemáticos para simulación de procesos biológicos de depuración y comportamiento hidrodinámico de reactores, con el objetivo de optimizar el diseño y operación de biorreactores, y predecir su funcionamiento en escenarios hipotéticos.

(4) Biometanización de residuos orgánicos. Estudio de la producción de biogás agroindustrial mediante ensayos de biometanización, reactores de alta carga y procesos de digestión seca, así como producción de biofertilizantes en un contexto de bioeconomía circular.

(5) Ingeniería de residuos. Incluyendo evaluación de la circularidad, alternativas de gestión, ingeniería y modelización de vertederos, tratamiento de lixiviados, caracterización de residuos por reconocimiento de imagen y seguimiento de emisiones de gases.

Palabras clave: Biogás, biopelícula, membranas, microalgas, modelización.

Calor óhmico como método de inactivación de microalgas en aguas de lastre

I. Rivas-Zaballos¹, R.N. Pereira², A.A. Vicente², A. Acevedo-Merino¹ y E. Nebot¹

¹ Universidad de Cádiz (Cádiz; España). Departamento Tecnologías del Medio Ambiente. ² Universidade do Minho (Braga; Portugal). Centro de Engenharia Biológica.
ignacio.rivaszaballos@alum.uca.es

La normativa D2 del Convenio sobre la gestión del agua de lastre de la Organización Marítima Internacional limita la concentración máxima de organismos viables en el agua de lastre descargada. Un posible tratamiento físico, para cumplir con la normativa, es el calentamiento del agua de lastre, si bien los enormes volúmenes de agua lo hacen muy costoso económicamente. Una posible alternativa es la tecnología del calentamiento óhmico basada en la aplicación de corrientes eléctricas a través de la muestra a tratar provocando un incremento de la temperatura en la misma.

Utilizando la microalga *Tetraselmis suecica* como modelo se compararon las inactivaciones conseguidas con 10 minutos de exposición a 40 y 50°C alcanzando esas temperaturas con baño María o con calor óhmico, probando en este último diferentes tensiones eléctricas (V) y frecuencias (Hz).

La corriente eléctrica por sí sola no produjo ningún efecto sobre *T. suecica* y por tanto la inactivación conseguida fue provocada por el incremento de la temperatura asociado a esta. Más aún, corrientes eléctricas pequeñas parecen tener un efecto protector frente al efecto de la temperatura como se observó al combinarlas con el baño María. La fuente del incremento de la temperatura influyó también en la inactivación siendo menor en el caso del calor óhmico, si bien en el caso de 50°C las altas inactivaciones (2 órdenes de magnitud) hacen prácticamente imperceptibles las diferencias. Tensiones eléctricas altas combinadas con frecuencias bajas provocan reacciones electroquímicas, principalmente oxidación del hierro de los electrodos que, aunque incrementan ligeramente la inactivación son desaconsejables por los daños provocados a estos. En conclusión, las ventajas de una demanda eléctrica pequeña (alta conductividad del agua marina) y la posibilidad de llevar a cabo incrementos grandes de temperatura en tiempos muy cortos con voltajes altos hacen interesante el calor óhmico como tratamiento, si bien mayor investigación es requerida, especialmente en el posible efecto protector de las corrientes eléctricas.

Palabras clave: Aguas de lastre, calor óhmico, corriente eléctrica, microalgas, temperatura.

Estudios del efecto del tratamiento electromagnético en algas y bacterias

N. Boluda-Botella^{1,2}, S. Martínez-Moya¹, M.D. Saquete-Ferrándiz^{1,2} y J. García-Quiles³

¹ Universidad de Alicante. Instituto Universitario de Ingeniería de Procesos Químicos. Equilibrio entre fases. ² Universidad de Alicante. Instituto Universitario del Agua y las Ciencias Ambientales. Recursos hídricos y desarrollo sostenible ³ Ecotécnica Energy Systems S.L., Elche 03204, Spain.
nuria.boluda@ua.es

El equipo electromagnético TK3K, diseñado y patentado por la empresa Ecotécnica Energy Systems S.L., que se comercializa para evitar incrustaciones en tuberías y pretende aplicarse en la mejora de la calidad del agua, con estudios en organismos acuáticos y microbiología. En este trabajo se muestran la investigación llevada a cabo en la Universidad de Alicante sobre este tema.

Para el estudio del efecto del tratamiento electromagnético sobre microorganismos como *Pseudomona spp* y *Escherichia coli* (Piyadasa, et al. (2018) Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 93, 871–877), se realizaron cultivos microbiológicos realizando el conteo con una lupa binocular (LEICA GZ-4).

En el caso de las algas tomadas de aguas de diferente procedencia, se identificaron con el microscopio Carl Zeiss Axioskop 2 plus. Se cultivaron en depósitos de 10 L con y sin tratamiento electromagnético, en una sala termostatzada a 24°C.

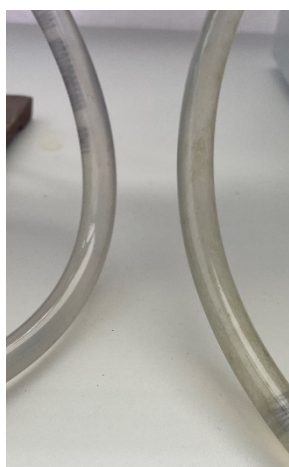


Figura 1. Conducciones con tratamiento (izq.) y sin tratamiento (dcha., crecimiento algal)

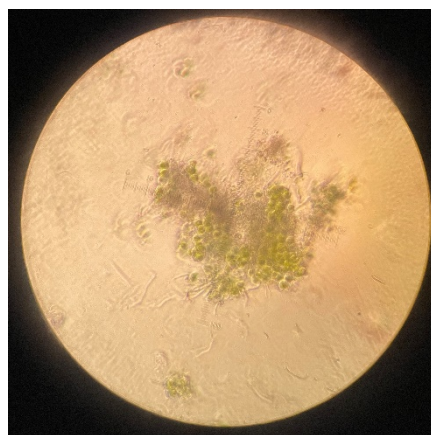


Figura 2. Microalgas observadas al microscopio

Palabras clave: Algas, bacterias, electromagnetismo, *Escherichia coli*, *Pseudomona*.

Agradecimientos: Este estudio se ha realizado gracias a la financiación proporcionada por la Generalitat Valenciana (FEDEGENT/2018/005) y la compañía ECOTÉCNICA ENERGY SYSTEMS S.L.

Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del río Guadaíra

*A. Aguilera¹, M. Ballesteros², I. Canosa², J.D. Delgado¹, M.J. Fernández-Rodríguez¹, B. Floriano², A. Jiménez^{*1}, F. Moral¹ y M. Rodríguez¹*

¹ Universidad Pablo de Olavide. Dpto. de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales. ² Universidad Pablo de Olavide. Dpto. Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica.
ajimrodr@upo.es

El estudio persigue aplicar soluciones basadas en la naturaleza para la gestión y conservación del río Guadaíra y sus servicios ecosistémicos (relacionados con autodepuración, asimilación de macronutrientes y biodiversidad) que den respuesta sostenible, duradera e integrada en su unidad funcional hidrográfica. Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) no sólo repercutirán sobre la calidad del agua, sino sobre la biodiversidad, y servirá para reforzar el papel de corredor para aves acuáticas, confiriendo más valor a la cuenca. Se analizan las aguas superficiales en el tramo comprendido entre las poblaciones de Sevilla, Morón, Arahál y Mairena-Viso y las zonas adyacentes de ribera, realizando análisis del estado ecológico y físico-químicos habituales, así como de contaminantes emergentes como microplásticos, fármacos y diversos microorganismos de los cuales no hay datos previos, y que están asociados con contaminación de origen antrópico. Los muestreos han sido diseñados junto a Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG), colaboración que nos permite hacer una evaluación precisa del origen de la contaminación, así como identificar los puntos de vertido que requieren un mayor seguimiento.

Estos resultados, por un lado, son clave para el diseño de las SBN y por otro para la propuesta de adaptación a la Directiva Marco del Agua acorde a la capacidad de asimilación y transformación de la cuenca del río Guadaíra, con una visión integradora de la lámina de agua, zona terrestre, subterránea y ribereña.

Palabras clave: Calidad ecológica, contaminantes emergentes, parámetros fisicoquímicos, río Guadaíra.

Agradecimientos: Los autores agradecen la financiación del proyecto “PYC20 RE 033” subvencionado por la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidad de la Junta de Andalucía con cargo al Programa Operativo FEDER 2014-2020 dentro del Objetivo Temático 1 “Potenciar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación” y de la programación financiera de la medida A1123060E0 “Actividades de investigación e innovación en centros de investigación públicos y centros de competencia, incluyendo la interconexión en red”.

Uso de bioadsorbentes como prospectiva en descontaminación de metales en aguas a nivel industrial

L.M. Jaramillo¹, J.A. Serna² y A.N. Ardila³

¹ Universidad La Gran Colombia Armenia. Facultad de ingenierías. Grupo de Investigación: Gerencia de la Tierra ² Universidad de Córdoba. Doctorado en Biociencias. ³ Politécnico Jaime Isaza Cadavid Medellín. Tecnología Química. Grupo de Investigación: CAMER

jaramilloelinamaria@miugca.edu.co

Las condiciones del desarrollo industrial en las últimas décadas, han llevado a la generación de diferentes problemáticas del recurso hídrico donde se estima que en el mundo más del 80% de las aguas residuales se vierte sin tratamiento alguno, generando cada vez más zonas muertas desoxigenadas en mares y océanos, que afecta a superficie de 245.000 km, con repercusiones en la industria pesquera, medios de subsistencia y cadenas alimenticias, entre otros, según lo describe Naciones Unidas(WWAP- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2017)

Esta problemática, permite proyectar técnicas alternativas de investigación para tratar efluentes industriales con bio-remediación, como es la Bio adsorción, definida como un proceso en el cual, sólidos de origen natural se emplean para fijar metales pesados. Entiéndase la adsorción como la transferencia de masa entre una fase sólida y una fase fluida (líquida o gaseosa), que permite separar selectivamente de una solución uno o varios compuestos de interés. La sustancia que se concentra en la superficie se define como el adsorbato, y el material sobre el cual este se acumula se define como el adsorbente(Serrano Lastre, 2004).

Las prospectivas de estas tecnologías modifican y controlan los ensayos, como: concentraciones de los sustratos (desechos de la agroindustria); condiciones fisicoquímicas (temperaturas, pH, inhibidores, catalizadores); simulación de efluentes a diferentes concentraciones con cromo, plomo, cromo, cadmio, níquel, zinc y otros contaminantes de las actividades industriales. Estas nuevas técnicas taren consigo ventajas y limitaciones que favorecen la trasformación y eliminación de los contaminantes, demostrado ser más rentable dado que pueden degradar selectivamente los contaminantes sin dañar su flora y fauna autóctonas; puede realizarse in situ; integración con otras tecnologías; generación de valor a diferentes cadenas productivas. Algunas desventajas como estudios del ciclo de vida y bio acumulación; costos iniciales en las experimentaciones y caracterizaciones in situ; degradaciones microbianas que conllevan a diferentes rutas metabólicas de los contaminantes.

Palabras clave: Bioremediación, bioadsorción, metales pesados, efluentes industriales.

Agradecimientos: Universidad la Gran Colombia Armenia-AUIP.